



WPLYW DAWKI CIECZY, RODZAJU ROZPYLACZY ORAZ FAZY FENOLOGICZNEJ NA JAKOŚĆ ZABIEGU OCHRONY W SADZIE

Waldemar Świechowski*, Grzegorz Doruchowski, Artur Godyń, Ryszard Hołownicki

Instytut Ogrodnictwa w Skierniewicach

* Adres do korespondencji: ul. Konstytucji 3 Maja 1/3, 96-100 Skierniewice, e-mail: waldemar.swiechowski@inhort.pl

INFORMACJE O ARTYKULE

Historia artykułu:
Wpłynął: grudzień 2013
Zrecenzowany: styczeń 2014
Zaakceptowany: luty 2014

Słowa kluczowe:
naniesienie
pokrycie
jakość rozpylania
parametry zabiegu
opryskiwanie sadu

STRESZCZENIE

Celem badań było określenie wpływu dawki cieczy i rodzaju rozpylaczy na naniesienie i rozkład cieczy w koronie drzewa jabłoni oraz na pokrycie liści w różnych fazach fenologicznych. W badaniach stosowano zabiegi drobnokropliste ($VMD=ok. 150 \mu m$) i grubokropliste ($VMD=ok. 400 \mu m$) oraz dawki: 250, 500 i $750 l \cdot ha^{-1}$. Opryskiwanie znacznikiem fluorescencyjnym wykonano opryskiwaczem z poprzecznym systemem emisji Munckhof przy prędkości roboczej $5,0 km \cdot h^{-1}$. W okresie kwitnienia największe naniesienie uzyskano dla dawki $250 l \cdot ha^{-1}$ i zabiegu grubokroplistego, natomiast dawka $750 l \cdot ha^{-1}$ powodowała największe pokrycie w osi drzew. W okresie zawiązywania owoców naniesienie w osi drzewa utrzymywało się na tym samym poziomie niezależnie od dawki cieczy i wielkości kropel. W okresach zawiązywania i pełnego wykształcenia owoców największe pokrycie odnotowano dla zabiegów drobnokroplistych i dawek 500 i $750 l \cdot ha^{-1}$. Zabiegi grubokropliste powodowały dwukrotnie mniejsze pokrycie w osi drzew.

Wstęp

Jakość wykonanego zabiegu ochrony w sadzie jabłoniowym w znacznym stopniu zależy od równomiernej dystrybucji cieczy użytkowej w koronach opryskiwanych drzew. Zróżnicowanie naniesienia w koronach drzew jest zwykle bardzo duże ze względu na przestrzenny charakter upraw sadowniczych, dynamiczny przyrost ulistnienia w sezonie wegetacyjnym oraz zmiany kierunku i prędkości wiatru w czasie wykonywania zabiegów ochrony. Dawka cieczy oraz rodzaj zastosowanych rozpylaczy może bezpośrednio wpływać na równomierny rozkład oraz poziom naniesienia cieczy użytkowej w poszczególnych fazach fenologicznych.

Etykiety środków ochrony roślin zawierają zalecenia dotyczące wysokości dawek cieczy użytkowej do stosowania w uprawach, dla których te środki są zarejestrowane. W przypadku jabłoni dawki te mieszczą się w przedziale od 250 do 1000 litrów na hektar

sadu. W zależności od wielkości drzew dawki można różnicować za pomocą metody TRV (Tree Row Volume) (Buyers i in., 1971; Doruchowski i in., 2013). Wraz ze wzrostem dawki wzrasta równomierność rozkładu cieczy w koronach drzew, lecz ze względu na ograniczoną zdolność retencyjną drzew nadmierne dawki mogą być przyczyną wzrostu strat cieczy na skutek ociekania (Travis i in., 1987a, Doruchowski i in., 1997).

Od rodzaju użytych rozpylaczy zależy wielkość emitowanych kropeł cieczy. Standardowe rozpylacze wirowe wytwarzają krople bardzo drobne, drobne i średnie, co oznacza, że aż kilkanaście procent objętości wytwarzanych kropeł to krople o średnicy poniżej 100 μm , najbardziej podatne na znoszenie (Knewitz i in., 2002). Grubokropliste rozpylacze eżektorowe posiadają duży potencjał ograniczenia znoszenia (Wenneker i in., 2006). Wytwarzają one duże, napowietrzone i mniej podatne na znoszenie krople, a udział kropeł o średnicy mniejszej od 100 μm w całkowitej objętości emitowanych kropeł jest zwykle zredukowany do kilku procent (Knewitz i in., 2002). Zabiegi grubokropliste powodują z reguły gorsze pokrycie liści cieczą użytkową oraz obniżają retencję cieczy na opryskiwanych obiektach (Brunskill, 1956). W rezultacie sprawdza się zasada, że dla określonej objętości cieczy, im drobniejsze krople uzyskuje się w procesie jej rozpylania, tym wyższy stopień pokrycia towarzyszy naniesieniu cieczy na obiekty (Szewczyk i in., 2013).

Zdecydowana większość zabiegów ochrony w sadach jest wykonywana w okresie od maja do końca lipca, czyli od fazy kwitnienia do fazy pełnego wykształcenia owoców. We wczesnych okresach fenologicznych następuje dynamiczny przyrost liści, a tym samym – zagęszczenie koron drzew. W znacznym stopniu zwiększa się ich zdolność retencyjna. W okresie pełnego ulistnienia drzewa zatrzymują 40-50% stosowanej dawki cieczy użytkowej, a w okresie przed kwitnieniem do 24% (Siegfried i Holliger, 1996). Dlatego równomierność naniesienia w okresie pełnego ulistnienia jest o 50% gorsza niż w okresie kwitnienia (Godyń i in., 2006), zaś najlepszą równomierność naniesienia uzyskuje się w luźnych koronach drzew (Travis, 1987). Walklate i in. (2000) wykazali, że poziom naniesienia jest odwrotnie proporcjonalny do gęstości koron drzew.

Cel badań

Celem badań było określenie wpływu dawki cieczy użytkowej i rodzaju rozpylaczy na naniesienie i rozkład cieczy oraz pokrycie liści w drzewach jabłoni w różnych fazach fenologicznych.

Metodyka badań

Badania przeprowadzono w latach 2011-2012, w doświadczalnym sadzie Instytutu Ogrodnictwa, na jabłoniach odmiany Jonagold. W sadzie wydzielono trzy bloki, które składały się z trzech rzędów drzew o wysokości 3,0 m i szerokości koron 1,8 m, rosnących w rozstawie rzędów 4 m (objętość koron drzew $\text{TRV}=13500 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$). W każdym bloku izolowanym szpalerami olchy czarnej stosowano inną dawkę cieczy użytkowej w postaci roztworu znacznika fluorescencyjnego (brylant sulfoflawiny - BSF):

- 250 $\text{l} \cdot \text{ha}^{-1}$ (dawka TRV - 50%), o stężeniu BSF 0,05%,
- 500 $\text{l} \cdot \text{ha}^{-1}$ (dawka TRV), o stężeniu BSF 0,025%,
- 750 $\text{l} \cdot \text{ha}^{-1}$ (dawka TRV + 50%), o stężeniu BSF 0,017%.

W blokach wydzielono po dwa poletka dla każdego rodzaju stosowanych rozpylaczy:

- drobnokroplistych (VMD=ok. 150 μm),
- grubokroplistych (VMD=ok. 400 μm).

Poletka doświadczalne składały się z trzech rzędów drzew o długości 10 m. W środkowej części każdego z nich wyznaczono 2 drzewa do pobierania prób naniesienia i pokrycia.

Opryskiwanie znacznikiem fluorescencyjnym wykonano w warunkach atmosferycznych odpowiednich do przeprowadzania zabiegów ochronnych, tzn. przy prędkości wiatru do 3,0 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$. W doświadczeniu użyto opryskiwacz z poprzecznym systemem emisji Munc-khof przy prędkości roboczej 5,0 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ (tab. 1) z zachowaniem tych samych ustawień wentylatora dla wszystkich kombinacji w trzech fazach fenologicznych: kwitnienie, zawiązywanie owoców i pełne wykształcenia owoców.

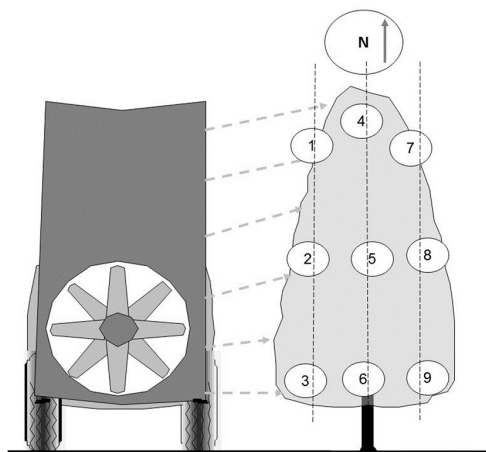
Tabela 1

Parametry robocze opryskiwacza

Tabele 1

Spray application parameters

Dawka cieczy ($\text{l}\cdot\text{ha}^{-1}$)	Prędkość robocza ($\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$)	Liczba rozpylaczy	Typ rozpylaczy Lechler	Ciśnienie robocze (MPa)	Wydatek jedn. ($\text{l}\cdot\text{min}^{-1}$)	VMD (μm)
250	5,0	16	TR 80-01 ID 90-01	0,6	0,52	150 400
500	5,0	16	TR 80-015 ID 90-015	0,95	1,04	150 378
750	5,0	16	TR 80-02 ID 90-02	1,15	1,56	157 371



Rysunek 1. Układ próbek do oceny naniesienia i pokrycia w koronie drzewa

Figure 1. Sampling layout for deposition and coverage evaluation within the tree canopy

Naniesienie znacznika fluorescencyjnego w koronach drzew określono na liściach, natomiast stopień pokrycia przy użyciu próbek papieru wodnoczułego – WSP mocowanych na liściach. Do oceny naniesienia pobierano pięć liści z dziewięciu punktów wyznaczonych w dwóch koronach drzew stanowiących powtórzenia kombinacji dawek i rodzaju rozpylaczy (rys. 1).

Poziom naniesienia znacznika wyrażony masą substancji na cm^2 liści określano na podstawie pomiarów przeprowadzonych z użyciem spektrometru luminescencyjnego Perkin Elmer LS 55

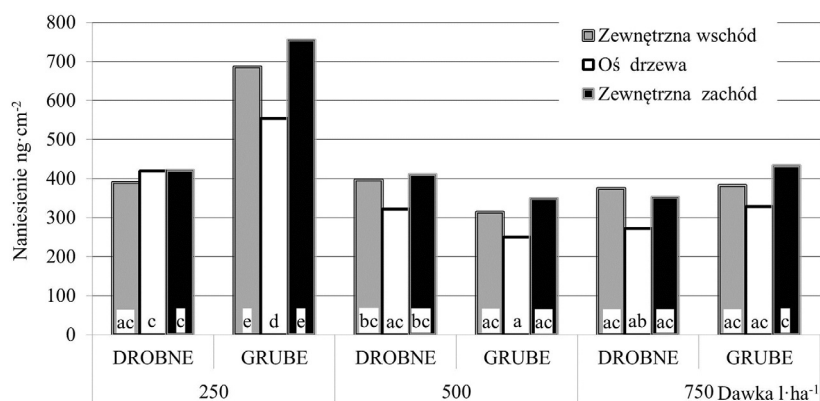
oraz planimetru cyfrowego z systemem analizy obrazu WinDias 3. Stopień pokrycia liści określono optycznie przy pomocy mikroskopu wielozadaniowego Nikon AZ100 z systemem komputerowej analizy obrazu. Wszystkie pomiary i analizy zostały wykonane w Zakładzie Agrotechnologii IO według standardowej metodyki przyjętej w tego typu doświadczeniach.

Wyniki badań

Przedstawione na rysunkach 2-7 wyniki są wartościami średnimi naniesienia i pokrycia w koronach drzew uzyskanymi z dwóch sezonów wegetacyjnych. W celu określenia równomierności naniesienia i pokrycia wyniki pogrupowano w trzech płaszczyznach pionowych, zgodnie ze schematem pobierania próbek przedstawionym na rysunku 1:

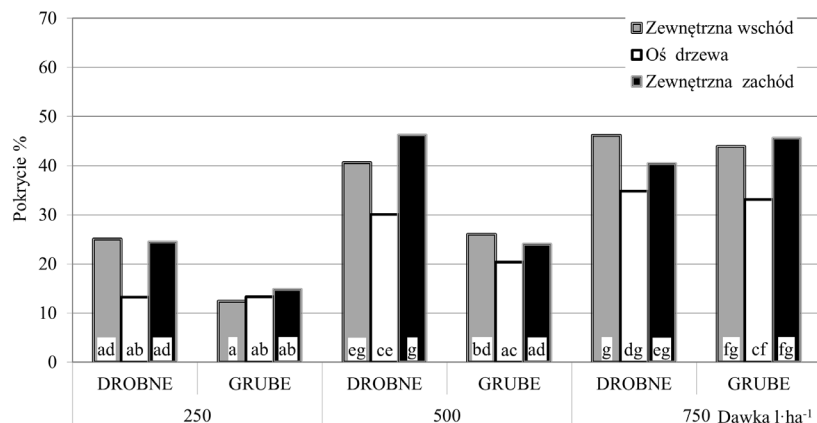
- płaszczyzna zewnętrzna wschodnia,
- płaszczyzna osi rzędu drzew,
- płaszczyzna zewnętrzna zachodnia.

W okresie kwitnienia największe naniesienie we wszystkich płaszczyznach drzew uzyskano dla dawki cieczy $250 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ i zabiegu grubokroplistego (rys. 2). Średnia wartość naniesienia dla zabiegu grubokroplistego w osi drzewa była aż o 25% większa od naniesienia uzyskanego podczas zabiegu drobnokroplistego. We wczesnym okresie wykształcenia liści duże dawki cieczy nie powodowały większego naniesienia w koronach opryskiwanych drzew. W przypadku dawek 500 i $750 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ i obydwu kategorii wielkości kropeł oraz dla dawki $250 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ i zabiegu drobnokroplistego średnie wartości naniesienia dla poszczególnych płaszczyzn pionowych nie różniły się istotnie. Świadczy to o wysokiej równomierności naniesienia w koronach drzew. Zgodnie z oczekiwaniami największe pokrycie powodowały wysokie dawki cieczy (rys. 3).



Rysunek 2. Średnie naniesienie w poszczególnych płaszczyznach pionowych koron drzew w okresie kwitnienia (* średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie wg testu Duncan'a, $p=0,05$)

Figure 2. Mean values of deposition in vertical planes of tree canopies during flowering stage (* means followed by the same letters do not differ significantly according to Duncan's Test, $p=0.05$)



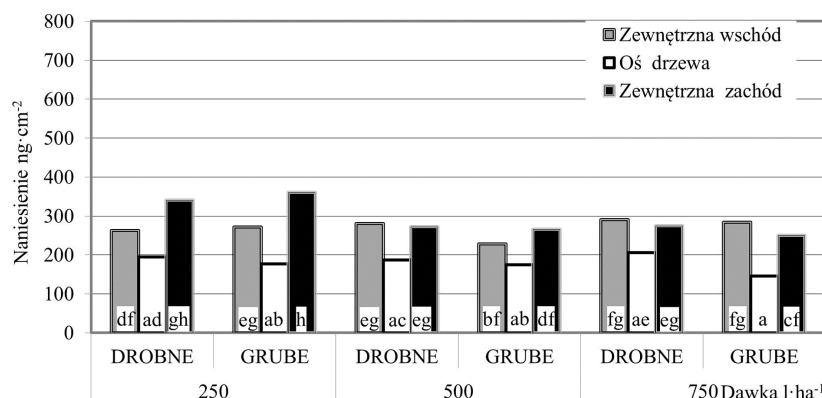
Rysunek 3. Średnie pokrycie w poszczególnych płaszczyznach pionowych koron drzew w okresie kwitnienia (* średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie wg testu Duncan'a, $p=0,05$)

Figure 3. Mean values of coverage in vertical planes of tree canopies during flowering stage (* means followed by the same letters do not differ significantly according to Duncan's Test, $p=0.05$)

Dla dawki 750 l·ha⁻¹ i obydwu kategorii kroplistości nie odnotowano istotnych różnic w pokryciu pomiędzy skrajnymi płaszczyznami pionowymi i w osi drzewa. Zastosowanie dawki 500 l·ha⁻¹ w formie drobnych kropeł powodowało pokrycie na równie wysokim poziomie. Najniższe pokrycie uzyskano w przypadku dawki 250 l·ha⁻¹ zastosowanej przy użyciu grubych kropeł.

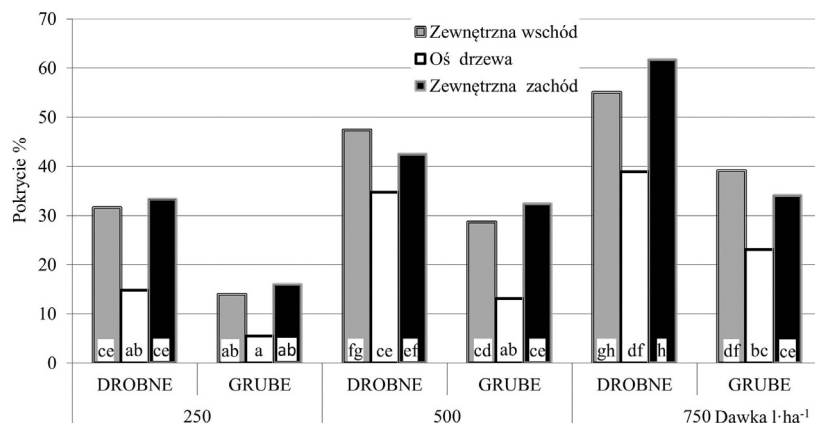
W okresie zawiązywania owoców nastąpił dynamiczny przyrost ulistnienia. Korony drzew uległy zagęszczeniu, co wiąże się ze wzrostem ich zdolności do przechwytywania kropeł i retencji cieczy użytkowej. Wbrew oczekiwaniom większe dawki cieczy nie powodowały większego naniesienia. Odnotowano znaczny spadek poziomu naniesienia w porównaniu z wcześniejszym okresem fenologicznym. O ile w okresie kwitnienia poziom naniesienia w poszczególnych płaszczyznach pionowych koron drzew dla wszystkich kombinacji dawek i wielkości stosowanych kropeł mieścił się w przedziale 250-750 ng·cm⁻², to w okresie zawiązywania owoców wynosił on już tylko 150-350 ng·cm⁻² (rys. 4). Ponadto odnotowano istotne różnice w naniesieniu pomiędzy skrajnymi płaszczyznami pionowymi a płaszczyzną w osi drzewa dla wszystkich stosowanych dawek i wielkości kropeł. Pomimo pogorszenia równomierności naniesienia w zagęszczonych koronach drzew naniesienie w osi drzewa utrzymywało się na tym samym poziomie niezależnie od dawki i wielkości stosowanych kropeł. Jednak dla zabiegów drobnokroplistych widoczna była tendencja wzrostu naniesienia w osi drzewa. Największe średnie wartości pokrycia uzyskano przy zabiegach drobnokroplistych dla dawek 500 i 750 l·ha⁻¹ (rys. 5). W obydwu przypadkach dla zabiegów grubokroplistych odnotowano niemal dwukrotnie gorsze pokrycie w płaszczyźnie osi drzew. W przypadku dawki 250 l·ha⁻¹ zabiegi drobnokropliste powodowały

identyczne pokrycie we wszystkich płaszczyznach pionowych jak dla dawki 500 l·ha⁻¹ i kropel grubych.



Rysunek 4. Średnie naniesienie w poszczególnych płaszczyznach pionowych koron drzew w okresie zawiązywania owoców (* średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie wg testu Duncan'a, $p=0,05$)

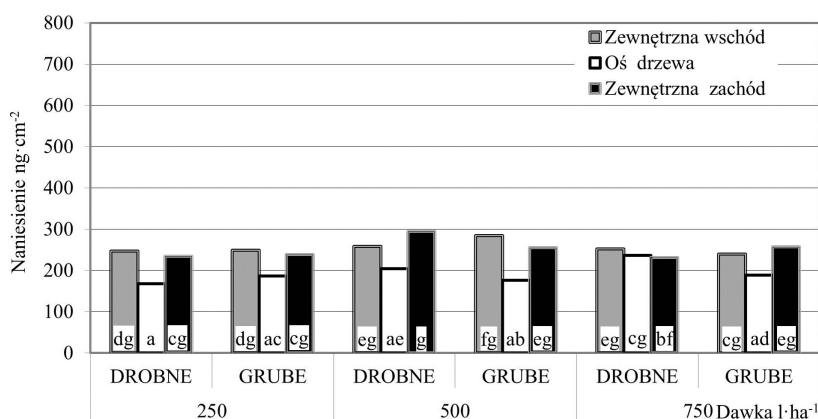
Figure 4. Mean values of deposition in vertical planes of tree canopies during development of fruit (* means followed by the same letters do not differ significantly according to Duncan's Test, $p=0.05$)



Rysunek 5. Średnie pokrycie w poszczególnych płaszczyznach pionowych koron drzew w okresie zawiązywania owoców (* średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie wg testu Duncan'a, $p=0,05$)

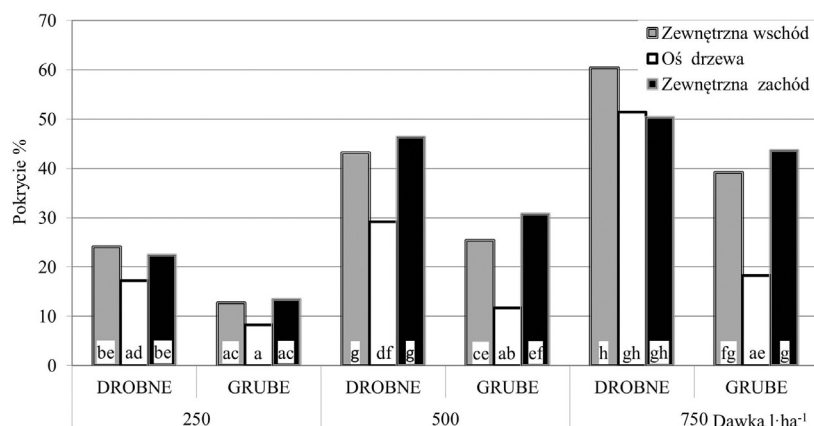
Figure 5. Mean values of coverage in vertical planes of tree canopies during development of fruit stage (* means followed by the same letters do not differ significantly according to Duncan's Test, $p=0.05$)

W fazie pełnego wykształcenia owoców poziom naniesienia w płaszczyznach pionowych koron drzew dla wszystkich kombinacji dawek i wielkości stosowanych kropel mieścił się w przedziale 168-295 $\text{ng}\cdot\text{cm}^{-2}$. Największą równomierność naniesienia odnotowano dla dawki 750 $\text{l}\cdot\text{ha}^{-1}$ i zabiegu drobnokroplistego (rys. 6). Dla pozostałych kombinacji dawek i wielkości kropel odnotowano różnice naniesienia pomiędzy skrajnymi płaszczyznami pionowymi i w osi koron drzew. Oprócz dawki 750 $\text{l}\cdot\text{ha}^{-1}$ i zabiegu drobnokroplistego, podobnie jak w poprzednim okresie fenologicznym, naniesienie w płaszczyźnie pionowej osi koron drzew było na tym samym poziomie niezależnie od stosowanej dawki cieczy i wielkości kropel. Była również widoczna tendencja większego naniesienia w osi drzewa dla zabiegu drobnokroplistego i dawek 500 i 750 $\text{l}\cdot\text{ha}^{-1}$ w porównaniu z zabiegiem grubokroplistym. Podobnie jak w poprzednim okresie fenologicznym największe pokrycie i dobrą równomierność uzyskano dla dawki 750 $\text{l}\cdot\text{ha}^{-1}$ i kropel drobnych (rys. 7). W przypadku dawek 500 i 750 $\text{l}\cdot\text{ha}^{-1}$ zabiegi drobnokropliste powodowały istotnie wyższe pokrycie w osi drzew w porównaniu z zabiegiem grubokroplistym. Ponadto średnie pokrycie odnotowane dla dawki 500 $\text{l}\cdot\text{ha}^{-1}$ i kropel drobnych było na podobnym poziomie jak dla dawki 750 $\text{l}\cdot\text{ha}^{-1}$ i kropel grubych.



Rysunek 6. Średnie naniesienie w poszczególnych płaszczyznach pionowych koron drzew w okresie pełnego wykształcenia owoców (* średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie wg testu Duncan'a, $p=0,05$)

Figure 6. Mean values of deposition in vertical planes of tree canopies during maturity fruit stage (* means followed by the same letters do not differ significantly according to Duncan's Test, $p=0.05$)



Rysunek 7. Średnie pokrycie w poszczególnych płaszczyznach pionowych koron drzew w okresie pełnego wykształcenia owoców (* średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie wg testu Duncan'a, $p=0,05$)

Figure 7. Mean values of coverage in vertical planes of tree canopies during maturity fruit stage (* means followed by the same letters do not differ significantly according to Duncan's Test, $p=0.05$)

Wnioski

1. W okresie kwitnienia naniesienie w strefie trudno dostępnej tzn. w osi drzew dla zabiegu grubokroplistego i dawki 250 l·ha⁻¹ było o 25% większe od naniesienia powodowanego przez zabieg drobnokroplisty.
2. We wszystkich okresach fenologicznych większe dawki cieczy nie powodowały zwiększenia naniesienia.
3. W okresach zawiązywania i pełnego wykształcenia owoców odnotowano wyraźny spadek poziomu naniesienia znacznika fluorescencyjnego na liściach w porównaniu z okresem kwitnienia.
4. W obydwu późniejszych okresach fenologicznych pokrycie w osi drzew w efekcie zabiegów drobnokroplistych i dawek 500 i 750 l·ha⁻¹ było dwukrotnie większe od pokrycia powodowanego przez krople grube.

Literatura

- Brunskill, R.T. (1956). *Physical factors affecting the retention of spray droplets on leaf surfaces*. Third British Weed Control Conference, Vol. 2, 593-603.
- Buyers, R.E.; Hickey, K.D.; Hill, C.H. (1971). Base gallonage per acre. *Virginia Fruit*, 60, 19-23.
- Doruchowski, G.; Svensson, S.A.; Nordmark, L. (1997). *Spray deposit within apple trees of different sizes and geometry at low, medium and high spray volumes*. IOBC/WPRS Bull. 19, 289-294.
- Doruchowski, G.; Hołownicki, R.; Godyń, A. (2013). *Poradnik Dobrej Praktyki Ochrony Roślin*, ISBN 978-83-60573-68-6, 35-44.

- Godyń, A.; Hołownicki, R.; Doruchowski, G.; Świechowski, W. (2006). Rozkład cieczy użytkowej w drzewach podczas opryskiwania sadu jabłoniowego. *Inżynieria Rolnicza*, 2(77), 331-338.
- Knewitz, H.; Weisser, P.; Koch, H. (2002). Drift reducing spray application in orchards and biological efficacy of pesticides. International advances in pesticide application. *Aspects of Applied Biology*, 66, 231-236.
- Siegfried, W.; Holliger, E. (1996). *Application technology in fruit-growing and viticulture*. Field Trial Report, Swiss Federal Research Station, CH-8820 Wädenswil, 111.
- Szewczyk, A.; Łuczycka, D.; Owsiak, Z.; Cieniawska, B. (2013). Wpływ wielkości kropli na pokrycie opryskiwanych obiektów. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin* 53(4), 822-828.
- Travis, J.W.; Skroch, W.A.; Sutton, T.B. (1987 a). Effects of travel speed, application volume, and nozzle arrangement on deposition and distribution of pesticides in apple trees. *Plant Disease*, 71, 606-612.
- Travis, J.W. (1987 b). Effect of canopy density on pesticide deposition and distribution in apple trees. *Plant Disease*, 71, 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.
- Wenneker, M.; Heijne, B.; Van De Zande, J. (2006). *Spray drift reduction in orchard spraying in the Netherlands*. Materiały z VI Konferencji Racjonalna Technika Ochrony Roślin, Skierniewice 4-5 październik 2006, 150-162.

SPRAY APPLICATION QUALITY AS AFFECTED BY SPRAY VOLUME, NOZZLES AND PHENOLOGICAL GROWTH STAGE OF APPLES

Abstract. The objective of the studies was to determine the influence of spray volume and a nozzle type on product deposition and distribution in apple tree canopies, as well as spray coverage on leaves obtained in different phenological growth stages. The spray volumes 250, 500 and 750 l·ha⁻¹ were applied with fine spray and coarse spray nozzles generating droplets of VMD around 150 µm and 400 µm respectively. A cross-flow sprayer Munckhof was used at driving velocity 5.0 km·h⁻¹ to apply fluorescent dye as a spray liquid. During flowering the greatest deposition was obtained at the spray volume 250 l·ha⁻¹ applied with the coarse spray nozzles. The spray volume 750 l·ha⁻¹ resulted in the best coverage in the tree centre. During development of fruit, deposition in the canopy centre was at a constant level irrespective of the spray volume and a droplet size. At the stage of fruit maturity the best coverage was observed for fine spray nozzles and spray volumes 500 and 750 l·ha⁻¹. The use of coarse spray nozzles resulted in coverage reduction by 50%.

Key words: spray deposition, spray coverage, spray quality, application parameters, orchard spraying