

WPŁYW WYSOKOŚCI OPRYSKIWANYCH ROŚLIN I STANU TECHNICZNEGO STOSOWANEGO OPRYSKIWACZA PLECAKOWEGO NA POTENCJALNE ZAGROŻENIA DLA ŚRODOWISKA PRZYRODNICZEGO I OPERATORA OPRYSKIWACZA

Artur Godyń, Grzegorz Doruchowski, Ryszard Hołownicki,
Waldemar Świechowski

Zakład Agrotechnologii, Instytut Ogródnictwa w Skierniewicach

Streszczenie. W czasie opryskiwania opryskiwaczami plecakowymi trzech upraw o różnej wysokości: 0,3; 1,8 i 3,0 m mierzono narażenie operatorów opryskiwaczy na ciecz użytkową oraz wielkość znoszenia sedymentacyjnego. Stosowano metodę fluorescencyjną (0,3% BSF). Narażenie operatora, w zależności od stanu technicznego opryskiwacza i doświadczenia operatora, wynosiło w uprawie niskiej 104-756 ppm, w średnio-wysokiej 205-1404 ppm i w wysokiej 210-3110 ppm stosowanej dawki. Znoszenie oceniano dla sprawnego opryskiwacza w odległościach: 1,0; 2,5; 5,0 i 10,0 m od opryskiwanych roślin. Największe znoszenie obserwowano dla uprawy o średniej wysokości: do 41,3% w odległości 1,0 m i 24,7% na pasie 10 m. W uprawie wysokiej odpowiednio 9,5% i 4,8% oraz 0,12% i 0,08% w niskiej.

Słowa kluczowe: bezpieczeństwo operatora, narażenie operatora, znoszenie, opryskiwanie ręczne

Wstęp

Zabiegi ochrony roślin wykonywane za pomocą opryskiwaczy plecakowych stanowią potencjalnie zagrożenie dla operatorów tych opryskiwaczy oraz dla środowiska przyrodniczego. Jedne z pierwszych badań narażenia operatora na środki ochrony roślin prowadzone były przez Durham'a i Wolfe'a [1962]. Pomiary narażenia dotyczyły zarówno wielkoobszarowych gospodarstw, jak i zabiegów ochrony roślin wykonywanych na skalę amatorską [Chester 1993; Gilbert 1995]. Mimo, że pomiary narażenia operatora stanowią od wielu lat element badań rejestracyjnych środków ochrony roślin, to wiedza na ten temat jest wciąż niewystarczająca. Obecnie coraz bardziej popularną metodą oceny narażenia operatora jest stosowanie znaczników fluorescencyjnych zbieranych na całym kombinezonie ochronnym lub na umieszczanych na jego powierzchni próbkach [Bjugstad i Torgrimsen 1996; Bjugstad i Hermansen 2009]. Najlepszą miarą wyrażania narażenia zewnętrznego operatora przy zabiegach ochrony roślin jest masa substancji na jednostkę powierzchni operatora lub ilość substancji naniesionej na operatora wyrażona jako procent zastosowanej dawki [Abbot i in. 1987; Bjugstad i Torgrimsen 1996; Wicke i in. 1999]. Taka miara umożliwia

porównanie narażenia operatorów stosujących różne dawki środków ochrony roślin w różnych typach upraw.

Rola operatora w zabiegach przeprowadzonych z użyciem opryskiwacza plecakowego jest dużo większa niż w przypadku opryskiwacza ciągnikowego. Na przykład opryskiwanie płaskich upraw polegające na przejściu operatora z opryskiwaczem i wykonywaniu zamasztych ruchów lancą na boki, co jest częstą praktyką, prowadzi zwykle do niedostatecznego efektu biologicznego i stosunkowo dużego znoszenia. Podczas zabiegów ręcznych bardzo ważne jest prowadzenie rozpylacza na odpowiedniej i stałej wysokości oraz pod odpowiednim kątem, ponieważ parametry te w dużym stopniu wpływają na znoszenie cieczy. Obniżając rozpylacz z 70 do 30 cm można zredukować znoszenie o 80% [Jong i in. 2000; Zande van de i in. 2008]. Wpływ sposobu wykonywania opryskiwania akcentują również Thornhill i in. [1996], którzy donoszą, że skażenie operatora można istotnie zmniejszyć kierując rozpylacz ku dołowi. Bjugstad i Torgrimsen [1996] twierdzą, że wykonując zabieg opryskiwaczem plecakowym w ten sposób, że operator wycofuje się z opryskanego obszaru, unikając kontaktu ze skażonymi roślinami, można zredukować skażenie operatora o 75% w stosunku do tradycyjnego sposobu, polegającego na przemieszczaniu się za opryskującym rozpylaczem.

Główne czynniki wpływające na znoszenie cieczy użytkowej obejmują: warunki meteorologiczne, charakterystykę opryskiwanych roślin oraz technikę opryskiwania (typ opryskiwacza, typ i rozmiar oraz warunki pracy rozpylaczy) [Nuyttens i in. 2006a, 2006b, 2007]. Stan rozpylaczy decyduje o jakości naniesienia i wielkości znoszenia cieczy użytkowej. Niesprawny zawór odcinający dopływ cieczy do lancy i rozpylacza może przyczynić się do wypryskiwania cieczy użytkowej w sposób ciągły, co może spowodować niezamierzone skażenie operatora.

Celem badań była ocena narażenia operatora na ciecz użytkową i znoszenia sedymentacyjnego podczas opryskiwania opryskiwaczem plecakowym upraw o różnej wysokości.

Materiały i metody

Doświadczenia prowadzono w 2010 r. w Sadzie Doświadczalnym Instytutu Sadownictwa i Kwiaciarstwa im. Szczepana Pieniążka w Skierniewicach. Opryskiwanie trzech różnych upraw wykonywało dwóch operatorów o wzroście 175-180 cm, reprezentujących różny poziom doświadczenia i umiejętności w podejściu do wykonywanej pracy – operator doświadczony i niedoświadczony. Każdy z nich wykorzystywał opryskiwacz plecakowy Kwazar typ Neptune 15 (Kwazar Corporation Sp. z o.o.) o regulowanej długości lancy opryskowej 0,6-1,2 m. W uprawie niskiej wykorzystywano 1 opryskiwacz Kwazar i 1 opryskiwacz plecakowy Solo 425 (SOLO Kleinmotoren GmbH) o dł. lancy 0,50 m. Oba opryskiwacze posiadały zbiorniki cieczy użytkowej o pojemności 15 l. W lancach opryskowych zamontowano rozpylacze płaskostrumieniowe Lechler LU 120-04 o nominalnym natężeniu wypływu cieczy $1,55 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$, przy 0,3 MPa, wytwarzające krople średnie (VMD ok. 240 μm) – średnio podatne na znoszenie. Do opryskiwania stosowano wodny, 0,3% roztwór znacznika fluorescencyjnego BSF (Brilliant Sulfoflavin, WALDECK-GmbH & Co KG DIVISION CHROMA – Niemcy).

Pomiary wykonywano w następujących uprawach:

- niska: truskawki rosnące w rozstawie 1,0 m, wys. 0,3 m, poletko o dł. 40 m, 2 rzędy,
- średnia: młody sad (jabłoni), rozstawa 4,0 m, wys. 1,8 m, poletko o dł. 30 m, 1 rząd,
- wysoka: owocujące jabłonie, rozstawa 4,0 m, wys. 3,0 m, poletko o dł. 20 m, 1 rząd.

Ocenę narażenia operatora przeprowadzono dla opryskiwaczy w trzech stanach technicznych: a). brak usterek (opryskiwacz sprawny), b). uszkodzony zawór lancy opryskowej, c). uszkodzony rozpylacz. W czasie prób z uszkodzonym zaworem lancy stosowano stałe otwarcie zaworu, co może odpowiadać skrajnemu przypadkowi nieszczelnego i niesprawnego zaworu. Nowe rozpylacze uszkodzono poprzez zarysowanie otworu wytryskowego ostrym narzędziem. Uzyskano nierównomierny strumień cieczy i zwiększone natężenie wypływu cieczy. Ocenę znoszenia wykonano tylko dla sprawnych opryskiwaczy.

Dla każdego z operatorów wyznaczono oddzielne poletka, na których przeprowadzano testy. Sposób wykonania opryskiwania zależał całkowicie od operatorów opryskiwaczy. W przypadku opryskiwania uprawy wysokiej zaakcentowano jedynie potrzebę opryskiwania całej wysokości drzew. Drzewa opryskiwano dwustronnie. Podczas pomiarów narażenia pojedynczą próbę stanowiło wypryskanie 5 lub 10 litrów roztworu BSF. W czasie każdej próby mierzono czas jej wykonywania oraz dystans, który przemierzał operator. Czas wykonywania pojedynczych prób wynosił 3-11 min, a łączny czas krótszej i dłuższej próby wynosił, w zależności od operatora i powtórzenia 9,3-15,3 min. Wynikowa dawka cieczy na hektar wynosiła w uprawie niskiej 278-658 dm³·ha⁻¹, w uprawie średniej 114-219 dm³·ha⁻¹, a w uprawie wysokiej 147-368 dm³·ha⁻¹. Próby wykonywano przy wilgotności względnej powietrza 35-55 %, temp. powietrza 25-30°C i prędkości wiatru atmosferycznego 1-4 m·s⁻¹.

W czasie pomiarów narażenia obaj operatorzy opryskiwaczy byli ubrani w białe kombinezony ochronne, spełniające zawarte w normach wymagania odzieży ochronnej kategorii III, typ 4, 5 i 6 (PN-EN 14605:2008 - Odzież chroniąca przed ciekłymi środkami chemicznymi w postaci płynnej (Typ 3) lub rozpylonej (Typ 4); PN-EN ISO 13982-1:2008 - Odzież chroniąca przed cząstkami stałymi (Typ 5) i PN-EN 13034:2007 – Odzież chroniąca przed ciekłymi środkami chemicznymi – Typ 6). Na kombinezonach rozmieszczono po 13 punktów pomiarowych, reprezentujących naniesienie w różnych strefach ciała, o przypisanej im standardowej powierzchni (głowa: 1300 cm², pierś: 3550 cm², szczyt pleców+bark lewy i prawy (średnie naniesienie z trzech punktów): 3550 cm², ramiona: po 1445 cm², przedramiona: po 605 cm², uda: po 1910 cm², podudzia: po 1190 cm²). W punktach pomiarowych mocowano po 2 próbki o wymiarach 5×10 cm wykonane z włókniny Technofil (2 zestawy po 13 próbek).

Po wypryskaniu przez operatora 5 l roztworu znacznika zdejmowano pierwszy zestaw 13 próbek, natomiast drugi zestaw zdejmowano po wypryskaniu kolejnych 10 litrów roztworu BSF (łącznie 15 l). Z każdym zestawem próbek zdejmowano również rękawice nitrylowe. Każdy z operatorów powtarzał próby dwukrotnie.

Pomiary znoszenia sedymentacyjnego wykonywano tylko dla sprawnych opryskiwaczy, równocześnie z pomiarami narażenia. Pojedynczą próbę stanowiło wypryskanie 15 l roztworu BSF (5 i następnie 10 litrów). Próbki stanowiła włóknina Technofil o wymiarach 10×100 cm, którą umieszczano na specjalnych podstawkach przed rozpoczęciem każdej próby. Próbki umieszczano w odległościach: 1,0; 2,5; 5,0 i 10,0 m od skraju opryskiwanych roślin, w trzech liniach pomiarowych dla każdego z operatorów.

Zebrane próbki zalewano wodą dejonizowaną i wytrząsano przez 15 minut, a koncentrację wyekstrahowanego znacznika BSF mierzono na fluorometrze luminescyjnym PerkinElmer LS 55. Całkowite narażenie operatora (dla 13 punktów na kombinezonie + rękawice) oraz częściowe narażenie operatora (bez części podudziowej i rękawic) obliczano uwzględniając naniesienie na próbkach i pole powierzchni, które reprezentowały. Narażenie operatora wyrażano w ppm, a znoszenie sedymentacyjne w procentach stosowanej dawki cieczy. Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej (ANOVA i test HSD Tukeya).

Wyniki i dyskusja

Narażenie operatora

Całkowite narażenie operatora w uprawie niskiej wynosiła 104-756 ppm, w średniej 205-1404 ppm i w uprawie wysokiej 210-3110 ppm stosowanej dawki. Częściowe narażenie zawierało się w granicach 24,4-2477,6 ppm (tab. 1). Najniższe wartości narażenia całkowitego zmierzono podczas opryskiwania uprawy niskiej przez doświadczonego operatora sprawnym opryskiwaczem (104,9 ppm) oraz opryskiwaczem z uszkodzonym rozpylaczem (103,9 ppm). Najwyższe wartości odnotowano w uprawie wysokiej dla doświadczonego operatora wykonującego opryskiwanie opryskiwaczem z uszkodzonym zaworem lancy (3110,4 ppm) oraz w uprawie średniej dla operatora niedoświadczonego (1404,1 ppm) opryskującego z uszkodzonym rozpylaczem. Wartości narażenia, wyrażone w procentach, zawierają się w granicach 0,01-0,31%, co odpowiada zakresom wyników uzyskanych przez innych badaczy. Wicke i in. [1999] w podobnych próbkach, podczas zabiegów w sadzie, stwierdzili na kombinezonie operatora obecność od 0,15-0,25% (krople grube) do 0,5-1,1% (krople drobne) stosowanej dawki. Machera i in. [2003] stosując w szklarni krople drobne, zmierzili naniesienie na kombinezonie operatora na poziomie 0,09-0,19% dawki.

Wykazano istotny wpływ wysokości opryskiwanych roślin na poziom narażenia. Przyrost całkowitego narażenia podczas opryskiwania wyższych upraw (oba sady *vs.* truskawki) był dla sprawnych opryskiwaczy nie więcej niż 7-krotny i najwyżej 15,5-krotny dla opryskiwaczy z uszkodzonym rozpylaczem. Natomiast częściowe narażenie operatorów było w wyższych uprawach 3-16 razy większe dla sprawnych opryskiwaczy, a dla opryskiwaczy z usterkami nawet 5-64 razy większe niż przy opryskiwaniu truskawek.

Od wysokości opryskiwanych roślin zależały również proporcje naniesienia na różne części ciała operatora. W uprawie niskiej naniesienie na dolne części ciała (podudzie) stanowiło 70-94% narażenia całkowitego, w średniej 37-65%, a w wysokiej 18-48%. Zasada ta znajduje potwierdzenie w badaniach Hughes'a i in. [2008] podczas opryskiwania uprawy niskiej (brokuły) i wysokiej (kukurydza). W przypadku brokułów na nogach osiadało ponad dwukrotnie więcej deltametryny niż na udach i 8-krotnie więcej niż na tułowiu łącznie z głową. Podczas opryskiwania kukurydzy więcej środka osiadało na tułowiu i głowie: 1,5-krotnie więcej niż na nogach.

W literaturze naukowej nie ma wyników badań dotyczących możliwego wpływu stanu technicznego opryskiwaczy na narażenie operatorów wykonujących opryskiwanie. W badaniach własnych wykazano istotny wpływ stanu technicznego opryskiwacza na narażenie

Wpływ wysokości...

operatora opryskiwacza. Obserwowano zwiększenie narażenia operatora na wypryskiwaną ciecz użytkową podczas stosowania uszkodzonego opryskiwacza. Takie zależności wykazano głównie w odniesieniu do całkowitego narażenia operatora.

Tabela 1. Całkowite i częściowe narażenie dwóch operatorów opryskiwaczy na ciecz użytkową, podczas opryskiwania uprawy niskiej, średniej (luźnej) i wysokiej (gęstej), opryskiwaczami plecakowymi sprawnymi oraz z różnymi usterkami technicznymi.

Table 1. Total and partial exposure of two operators during spray application in low, medium (open) and high (dense) crops with knapsack sprayer in working order and with different technical defects.

Operator	Usterki opryskiwacza	Rodzaj ekspozycji / Wysokość uprawy					
		Całkowite narażenie			Częściowe narażenie		
		Niska	Średnia (luźna)	Wysoka (gęsta)	Niska	Średnia (luźna)	Wysoka (gęsta)
Doświadczony	Bez	104,9 a	712,1 a-c	209,5 a	24,4 a	380,0 ab	146,3 a
	Zawór	201,3 b	1089,4 bc	3110,4 b	38,9 a	378,7 ab	2477,6 b
	Rozpylacz	103,9 a	432,7 ab	931,7 a	30,8 a	273,7 ab	762,4 a
Niedoświadczony	Bez	300,8 c	205,3 a	430,0 a	40,8 a	120,2 a	296,7 a
	Zawór	177,5 ab	1404,1 c	720,7 a	31,1 a	732,9 c	373,6 a
	Rozpylacz	755,9 d	952,9 bc	366,1 a	44,5 a	489,4 bc	228,5 a

* Średnie w kolumnach oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie wg testu HSD Tuckeya ($P > 5\%$).

Źródło: obliczenia własne

Obserwowany przyrost całkowitego narażenia w uprawie niskiej zależał od doświadczenia operatora oraz od stanu technicznego opryskiwacza. Poziom częściowego narażenia zawierał się w wąskich granicach (24,4-44,5 ppm) i nie wykazano wpływu ani stanu technicznego opryskiwacza, ani operatora na jego wartość. Biorąc pod uwagę różnice w sposobie obliczania narażenia całkowitego i częściowego, można stwierdzić, że największe zmiany narażenia operatorów opryskiwaczy na środki ochrony roślin, podczas opryskiwania niskich upraw, dotyczą dolnej części nóg. Wniosek ten potwierdzają obserwacje Sendlera i in. [2008] podczas opryskiwania upraw ryżu.

W uprawie średniej obserwowano wpływ obu badanych uszkodzeń opryskiwacza (zawór i rozpylacz) na wzrost całkowitego i częściowego narażenia jedynie dla niedoświadczonego operatora, natomiast w uprawie wysokiej, taki wpływ obserwowano jedynie dla operatora doświadczonego wykonującego zabieg opryskiwaczem z uszkodzonym rozpylaczem.

Znoszenie cieczy użytkowej

W badaniach własnych wykazano wpływ wysokości opryskiwanych roślin oraz odległości od opryskiwanych obiektów na poziom znoszenia sedymentacyjnego. W odległości 5,0 m i dalej od opryskiwanych roślin poziom znoszenia nie różnił się statystycznie. Wartości mierzone w odległościach 1,0 i 2,5 m od roślin zawierały się w bardzo szerokich granicach (0,023-41,8%) zależnie od wysokości opryskiwanych roślin, z tendencją do wystąpienia różnic między operatorami opryskiwaczy (tab. 2).

Największe wartości znoszenia obserwowano dla uprawy o średniej wysokości i luźnej strukturze, dla której zmierzono do 41,2% stosowanej dawki cieczy w odległości 1,0 m i średnio 24,7% na pasie o szerokości 10 m sąsiadującym z opryskiwanymi roślinami (tab. 2). W uprawie wysokiej i gęstej uzyskano znoszenie odpowiednio 9,5% i 4,8%, a w uprawie niskiej do 0,12% i 0,08%. Znoszenie w odległości 5,0 m i powyżej nie przekraczało 1,63 % dla żadnej z upraw. Uzyskane wyniki pomiarów wskazują, że na poziom znoszenia sedimentacyjnego wpływa nie tylko wysokość opryskiwanych roślin, a co za tym idzie wysokość, na której pracują rozpylacze, ale także gęstość opryskiwanych roślin, które podczas dwustronnego opryskiwania stanowią rodzaj filtra dla znoszonej cieczy. Wykazane w badaniach własnych tendencje dotyczące dużej zmienności poziomu znoszenia w bliższych odległościach od opryskiwanych roślin (do 2,5 m) znajdują potwierdzenie w badaniach prowadzonych m.in. w Holandii i na Filipinach [De Snoo i De Wit 1999; Snelder i in. 2008], gdzie pomiary prowadzono w innych warunkach atmosferycznych, opryskując gołą ziemię lub rośliny o wys. 20-60 cm. Znoszenie uzyskane w tych warunkach (3-5% w odległości 0,9-1,0 m od opryskiwanych roślin) jest wyższe niż zaobserwowane w badaniach własnych dla uprawy niskiej (Tab 2.).

Tabela 2. Znoszenie (%) cieczy użytkowej dla opryskiwaczy plecakowych podczas opryskiwania uprawy niskiej, średniej (luźnej) i wysokiej (gęstej) przez dwóch operatorów.

Table 2. Spray drift (%) during spray application in low, medium (open) and high (dense) crops performed by two operators with knapsack sprayers.

Odległość	Operator / Wysokość uprawy					
	Doświadczony			Niedoświadczony		
	Niska	Średnia (luźna)	Wysoka (gęsta)	Niska	Średnia (luźna)	Wysoka (gęsta)
1,0 m	0,117 a	41,280 d	6,918 b	0,553 a	38,700 d	9,530 bc
2,5 m	0,023 a	10,350 bc	1,044 a	0,027 a	12,330 c	0,971 a
5,0 m	0,011 a	0,995 a	0,118 a	0,008 a	1,624 a	0,104 a
10,0 m	0,007 a	0,116 a	0,019 a	0,008 a	0,136 a	0,016 a
Znoszenie łączne	0,078 A	24,24 C	3,671 AB	0,268 A	24,71 C	4,765 B

* Średnie, dla odległości, oznaczone tą samą małą literą nie różnią się istotnie wg testu HSD Tuckeya ($P>5\%$).

** Średnie, dla znoszenia łącznego, oznaczone tą samą DUŻĄ literą nie różnią się istotnie wg testu HSD Tuckeya ($P>5\%$).

Źródło: obliczenia własne

Podsumowanie i wnioski/

1. Opryskiwanie opryskiwaczem plecakowym wyższych upraw może w większym stopniu grozić skażeniem operatora opryskiwacza plecakowego (do 3110 ppm) niż zabiegi w uprawach średnio-wysokich (do 1404 ppm) i niskich (do 756 ppm).

2. Maksymalny przyrost narażenia operatora, wynikający ze złego stanu technicznego opryskiwacza, jest większy w uprawie wysokiej (do 15,5 x) niż w średniej i niskiej (do 7 x).
3. Największe znoszenie łącznej cieczy użytkowej obserwowano dla uprawy o średniej wysokości, ale o luźnej strukturze (24,7%) mniejsze dla uprawy wysokiej (4,8%) najmniejsze w uprawie niskiej (<0,1%).
4. Znaczne różnice w wielkości znoszenia łącznego dla różnych typów upraw wynikały głównie z ilości cieczy znoszonej na odległość do 2,5 m od opryskiwanych roślin.
5. Znoszenie w odległości 5,0 m nie przekraczało 1,63% dawki i nie było zależne od wysokości opryskiwanych roślin.

Bibliografia

- Abbott I.M., Bonsall J.L., Chester G., Hart T.B., Turnbull G.J.** 1987. Worker exposure to herbicide applied with ground sprayers in the United Kingdom, American Industrial Hygiene Association Journal 1987. Nr 48. s. 167-175.
- Bjugstad N., Torggrimsen T.** 1996. Operator Safety and Plant Deposits when using Pesticides in Greenhouses. Journal of Agricultural Engineering Research. Nr 65. s. 205-212.
- Bjugstad N. and Hermansen P.** 2009. Operator Exposure when spraying in a Strawberry and Raspberry tunnel system. Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal. Manuscript BC 1049. Nr XI. August, 2009.
- Chester G.** 1993. Evaluation of agricultural worker exposure to, and absorption of, pesticides. Ann. Occup. Hyg. Nr 37. s. 509-523.
- De Snoo G.R.** 1999. Unsprayed field margins: effects on environment, biodiversity and agricultural practice. Landscape and Urban Planning Nr 46. s. 151-160.
- Durham W. F., Wolfe H.R.** 1962. Measurement of the exposure of workers to pesticides. Bulletin WHO. Nr 26. s. 75-91.
- Gilbert A.J.** 1995. Analysis of exposure to pesticides applied in a regulated environment. In: Best G.A. and Ruthven A.D. (Eds.) Pesticides – Developments, Impacts, and Controls. Royal Society of Chemistry. s. 225.
- Hughes E.A., Flores A.P., Ramos L.M., Zalas A., Glass C.R., Montserrat J.M.** 2008. Potential dermal exposure to deltamethrin and risk assesment for manual sprayers: Influence of crop type. Science of the Total Environment. Nr. 391. s. 34-40.
- Jong de A., Michielsen J.M.G.P., Stallinga van de H., Zande van de J.C.** 2000. Effect of sprayer boom height on spray drift. Mededelingen Faculteit Landbouwwetenschappen, Universitet van Gent. Nr65/2b. s. 919-930.
- Machera K., Goumenou M., Kapetanakis E., Kalamarakis A., Glass C.R.** 2003. Determination of Potential Dermal and Inhalation Operator Exposure to Malathion in Greenhouses with the Whole Body Dosimetry Method. Ann. occup. Hyg., Vol. 47. Nr. 1. s. 61-70.
- Nuyttens D., Beatens K., Schampheleire de M., Sonck B.** 2007. Effect of nozzle type, size and pressure on spray droplet characteristics. Biosystems Engineering Nr 97. s. 333-245.
- Nuyttens D., Schampheleire de M., Steurbaut W., Beatens K., Verboven P., Nicolai B., Ramon H., Sonck B.** 2006a. Experimental study on factors influencing the risk of drift from field sprayers, Part 1: Meteorological conditions. Aspects of Applied Biology. Nr 77. s. 1-8.
- Nuyttens D., Schampheleire de M., Steurbaut W., Beatens K., Verboven P., Nicolai B., Ramon, H., Sonck B.,** 2006b. Experimental study on factors influencing the risk of drift from field sprayers, Part 2: Spray application technique. Aspects of Applied Biology. Nr 77. s. 331-339.

- Snelder D.J., Masipiquena M.D., De Snoo G.R.**, 2008. Risk assessment of pesticide usage by smallholder in the Cagayan Valley (Philippines). *Crop Protection*. Nr 27(3-5). s. 747-762.
- Thornhill E. W., Matthews G. A., Clayton J.S.** 1996. Potential operator exposure to insecticides: a comparison between knapsack and CDA spinning disc sprayers. *Proceedings of the Brighton Conference*. Nr 3. s. 1175-1180.
- Wicke H., Backer G., Friebleben R.** 1999. Comparison of spray operator exposure during orchard spraying with hand-held equipment fitted with standard and air injector nozzles. *Crop Protection*. Nr 18. s. 509–516.
- Zande van de J.C., Huijsmans J.F.M., Porskamp H.A.J., Michielsen J.M.G.P., Stallinga H., Holterman H.J., Jong de A.** 2008. Spray techniques: how to optimize spray deposition and minimize spray drift. *Environmentalist*. Nr 28. s. 9-17.

THE INFLUENCE OF THE HEIGHT OF SPRAYED PLANTS AND THE TECHNICAL CONDITION OF THE USED KNAPSACK SPRAYER ON POTENTIAL HAZARDS FOR THE ENVIRONMENT AND THE SPRAYER OPERATOR

Abstract. The operators of sprayers exposure on the applied liquid as well as on the amount of sediment drift were measured during spraying the crops of three heights: 0.3; 1.8 i 3.0 m. The knapsack sprayers were used and the fluorescent tracer (0.3% BSF) was added to the spray solution. The operator's exposure, depending on the technical condition of the sprayer and an operator's experience ranged for low crop 104-756 ppm, for medium crop 205-1404 ppm and for high crop 210-3110 ppm of the applied dose. The spray drift was assessed for undamaged sprayer in the distances of: 1.0; 2.5; 5.0 and 10 m from the sprayed plants. The highest drift was observed for medium height crop: up to 41.3% in the distance of 1.0 m and 24.7% on the whole band of 10 m. For the high crop it was respectively 9.5% and 4.8% as well as 0.12% i 0.08% for the low crop.

Key words: operator's safety, operator's exposure, drift, manual spray application

Adres do korespondencji:

Artur Godyń; e-mail: artur.godyn@inhort.pl
Zakład Agrotechnologii
Instytut Ogrodnictwa w Skierniewicach
ul. Pomologiczna 18
96-100 Skierniewice