

Ryszard Hołownicki, Grzegorz Doruchowski
Instytut Sadownictwa i Kwiaciarnictwa w Skierniewicach

ROLA TECHNIKI OPRYSKIWANIA W OGRANICZANIU SKAŻENIA ŚRODOWISKA ŚRODKAMI OCHRONY ROŚLIN

Streszczenie

Skażenia punktowe i znoszenie cieczy są głównymi źródłami zanieczyszczenia środowiska środkami ochrony roślin. Skażenia punktowe mogą być skutecznie zredukowane przez właściwe postępowanie z pozostałością cieczy użytkowej oraz przez napełnianie i przechowywanie opryskiwaczy na stanowiskach biobed. Zanieczyszczenie wód powierzchniowych można ograniczyć dzięki mniejszemu znoszeniu i właściwie wyznaczonym strefom ochronnym. Polskie regulacje prawne nie zezwalają na stosowanie stref ochronnych o zredukowanej szerokości, pomimo że znoszenie nie jest jednakowe dla wszystkich technik opryskiwania i warunków wykonania zabiegów. Uzyskane wyniki badań wskazują na możliwość zastosowania węższych stref ochronnych dla Technik Ograniczających Znoszenie (TOZ). Przedstawiono wielkość redukcji znoszenia dla większości stosowanych w Polsce technik opryskiwania upraw polowych i sadowniczych. Mogą być one podstawą do ustanowienia oficjalnej procedury stosowania stref ochronnych o zredukowanej szerokości w zależności od warunków polowych i stosowanej techniki opryskiwania.

Słowa kluczowe: znoszenie cieczy, redukcja znoszenia, technika opryskiwania, strefy ochronne.

Wstęp

Przed produkcją roślinną stoją kolejne nowe wyzwania. Obok potrzeby wyżywienia rosnącej liczby ludności i spełniania coraz ostrzejszych wymagań konsumentów, rolnictwo w coraz większym stopniu powinno uwzględniać wymogi ochrony środowiska przyrodniczego, gdyż dalsza intensyfikacja produkcji rolniczej zagraża czystości wód powierzchniowych, gleby i powietrza. Głównymi źródłami zanieczyszczenia środowiska w ochronie roślin są skażenia punktowe i znoszenie cieczy użytkowej [Doruchowski, Hołownicki 2003]. Szczególnie groźne są skażenia

punktowe, występujące w miejscach mycia i napełniania opryskiwaczy, gdyż operacje te wykonuje się w tych samych miejscach i w sąsiedztwie ujęcia wody. Badania nad źródłem zanieczyszczenia wód powierzchniowych przez herbicydy w centralnych Niemczech wykazały, że w 90% pochodziły one z obszarów skażeń miejscowych [Frede i in. 1998].

Najbezpieczniejsze dla środowiska jest napełnianie opryskiwacza na specjalnie do tego celu wykonanym stanowisku o nazwie „Biobed”, według koncepcji Torstenson i Costillo [1997]. Stanowisko to, wypełnione substratem w formie mieszaniny rozdrobnionej słomy, torfu i wybranej ziemi w stosunku procentowym 50:25:25, pełni rolę biologicznego neutralizatora środków chemicznych. Po ok. 5-8 latach użytkowania stanowiska substrat należy wymienić na nowy, a zużyty po rocznym okresie kompostowania można bezpiecznie rozrzucić na polu uprawnym. Skutecznym sposobem ograniczenia ryzyka skażeń punktowych jest przestrzeganie zaleceń dotyczących postępowania z resztkami cieczy użytkowej i wodą użytą do płukania opryskiwaczy. Powinny być one rozwodnione i rozproszone na uprzednio traktowanym polu. Wychodząc na przeciw tym zaleceniom producenci opryskiwaczy oferują maszyny wyposażone w instalacje do przepłukiwania układu cieczowego i płuczki do pojemników.

Znoszenie cieczy w ochronie upraw polowych i sadowniczych

Obok skażeń punktowych istotnym zagrożeniem dla środowiska jest znoszenie cieczy użytkowej towarzyszące zabiegom opryskiwania roślin. Znoszenie definiuje się jako część substancji aktywnej środków ochrony roślin (ś.o.r.) przenoszona prądami atmosferycznymi poza opryskiwany obiekt w postaci kropel cieczy lub części stałych zawieszonych w powietrzu. Wielkość i zasięg znoszenia zależy od parametrów technicznych (rodzaj i wielkość rozpylacza, ciśnienie cieczy, wysokość belki polowej, prędkość robocza), które mogą być korygowane przez operatora opryskiwacza oraz od czynników atmosferycznych (prędkość i kierunek wiatru, temperatura, wilgotność powietrza).

Za najważniejszy czynnik znoszenia uważa się wielkość kropel. Choć drobne i bardzo drobne krople ($VMD = 150$) $250\ \mu m$) pokrywają tą samą ilością cieczy znacznie większą powierzchnię niż krople grube, sprzyjają uzyskaniu wyższej skuteczności zabiegu i pozwalają na użycie niskich dawek cieczy, to jednocześnie są bardzo podatne na znoszenie. Ich większa podatność na znoszenie związana jest z tym, że mogą być one zawieszone w powietrzu przez dłuższy czas niż krople grube.

Rozpylacze inżektorowe ograniczają o 33÷83% ilość drobnych kropeł o średnicy poniżej 100 µm [Castell 1993] i dzięki temu wykazują 50-75% redukcję znoszenia [Ganzelmeier 2000]. Większe krople i związane z tym mniejsze pokrycie rośliny uzyskiwane przez rozpylacze inżektorowe wywoływały szereg obaw związanych ze skutecznością biologiczną. Stąd zaleca się użycie odpowiednich rozpylaczy w zależności od prędkości wiatru.

Zastosowanie techniki PSP w ochronie upraw polowych zasadniczo zredukowało znoszenie powietrzne. Przy prędkości wiatru 1,5 i 3,0 m/s było ono 2,5-krotnie, a przy wietrze o prędkości 4,5-8,5 m/s, aż 3-krotnie mniejsze niż dla tradycyjnych belek polowych [Taylor, Andersen 1997]. Oznacza to, że technika PSP zmniejsza ryzyko znoszenia przy silnym wietrze do poziomu uzyskiwanego przez tradycyjne belki polowe podczas słabego wiatru. Opryskiwacze tunelowe ograniczają znoszenie w sadach o ponad 75% [Hołownicki i in. 2004]. Dalszą redukcję znoszenia dla tej techniki można uzyskać przez zastąpienie tradycyjnych rozpylaczy wirowych inżektorowymi.

Wiatr jest najważniejszym czynnikiem atmosferycznym wpływającym na wielkość znoszenia. Przyjmuje się, że odległość przemieszczania się kropeł jest wprost proporcjonalna do prędkości wiatru. Obok wiatru atmosferycznego występuje zjawisko wiatru względnego, które jest związane z ruchem opryskiwacza. Badania Millera i Smitha [1997] wskazują, że podniesienie prędkości roboczej z 4,0 do 8,0 km/h, podczas wiatru 3,0 m/s, zwiększało znoszenie średnio o 51%.

Ilość znoszonej cieczy zależy również od czynników biologicznych, czyli wielkości, gęstości i fazy rozwojowej opryskiwanej rośliny. Dotyczy to szczególnie sadownictwa gdzie ilość znoszonej cieczy wynosi nawet 80% w fazie pełnego ulistnienia [Hołownicki i in. 2000]. Ringel i Andersen [1991] stwierdzili, że we wczesnych fazach rozwojowych znoszenie dla opryskiwacza polowego z pomocniczym strumieniem powietrza było o 50% niższe, a w fazie pełnego rozwoju o 90% niższe niż dla opryskiwaczy tradycyjnych.

Strefy ochronne (buforowe)

Logicznym sposobem zabezpieczenia się przed negatywnymi skutkami znoszenia jest tworzenie strefy ochronnej, zwanej także buforową, oddzielającej miejsce wykonywania zabiegów od terenów podlegających specjalnej ochronie, na której nie stosuje się ś.o.r. W krajowej ustawie o ochronie roślin (Dz. U. z 2004r. Nr 11, poz. 94) ustalono sztywne szerokości stref ochronnych. Wynoszą one 20 m min. dla wód powierzchniowych, budynków mieszkalnych i inwentarskich i 5 m dla dróg publicznych bez względu na technikę aplikacji ś.o.r. W wielu krajach np.

Niemczech, Wlk. Brytanii, Holandii i Szwecji obowiązują zmienne szerokości stref ochronnych ustalane przez rolnika w oparciu o zatwierdzoną procedurę.

Szerokość stref ochronnych powinna być dostosowana do rzeczywistych zagrożeń wywołanych stosowaniem ś.o.r. Prawidłowo wyznaczone strefy ochronne powinny utrzymywać zagrożenie ekotoksykologiczne wód powierzchniowych na stałym poziomie. Oznacza to, że gdy koncentracja substancji aktywnej ś.o.r. przekracza wartość dopuszczalną, to należy zastosować szerszą strefę ochronną i odwrotnie, gdy jest ona poniżej dopuszczalnego poziomu, to można zmniejszyć jej szerokość. Kluczową rolę w ograniczaniu zagrożeń dla środowiska wywołanych znoszeniem będą odgrywały Techniki Ograniczające Znoszenie (TOZ). Już obecnie są stosowane w kraju „przyjazne dla środowiska” techniki opryskiwania, dla których obecne rozwiązania prawne są zbyt rygorystyczne. Użytkownicy tych opryskiwaczy oczekują na bardziej elastyczne regulacje prawne zezwalające na legalne wykorzystanie możliwości, jakie dają najnowsze rozwiązania z techniki opryskiwania.

Techniki Ograniczające Znoszenie (TOZ)

W Zakładzie Mechanizacji Instytutu Sadownictwa i Kwiaciarstwa w Skierniewicach podjęto prace mające na celu opracowanie procedur stosowania stref ochronnych o zróżnicowanej szerokości. Zostały one poprzedzone badaniami nad dystrybucją znoszonej cieczy użytkowej poza obszar pola dla najczęściej stosowanych technik opryskiwania [Hołownicki i in. 2004]. Ocenie poddano blisko 70 kombinacji technik opryskiwania, faz rozwojowych i prędkości wiatru. Pomiary wykonano przy użyciu znaczników fluorescencyjnych i standardowej metodyki opracowanej w Centrum Badań Rolniczych i Leśnych (BBA) w Brunszwiku [Ganzelmeier i in. 1995].

W oparciu o wykonane badania sporządzono listę TOZ. Redukcję znoszenia wyznaczono w odniesieniu do technik opryskiwania wykazujących największe znoszenie (tabela 1 i 2). Na liście znajdują się techniki, które można zaliczyć do dwóch grup rozwiązań. W pierwszej redukcja znoszenia polega na zwiększaniu wielkości kropeł, a w drugiej na ograniczaniu wpływu wiatru na zabieg opryskiwania.

Zaletą ograniczania znoszenia przez zwiększanie wielkości wytwarzanych kropeł jest możliwość zastosowania tej metody w opryskiwaczach tradycyjnych. Dzięki temu jest ona relatywnie tania i dlatego najchętniej stosowana przez rolników i sadowników. Wzrost wielkości kropeł w tradycyjnych rozpylaczach hydraulicznych można uzyskać również przez obniżenie ciśnienia cieczy i zwiększanie rozmiaru, a tym samym wydatku rozpylacza. Wadą takiego sposobu redukcji zno-

szenia jest ograniczenie zakresu regulacji i nieuchronny wzrost dawki cieczy. Lepszą propozycją jest użycie rozpylaczy inżektorowych i niskoznoszeniowych (tabela 1a), choć te ostatnie w niewielkim stopniu ograniczają znoszenie.

Opryskiwacze z pomocniczym strumieniem powietrza (PSP) do ochrony upraw polowych (tabela 1b) i tunelowe do ochrony sadów (tabela 2c), choć są bardziej kosztowne od rozwiązań tradycyjnych, to można zaliczyć je do najbardziej „przyjaznych dla środowiska” spośród wszystkich znanych metod opryskiwania. Są one mniej podatne na oddziaływanie wiatru i pozwalają na zmniejszenie zużycia środków ochrony dzięki większej równomierności rozłożenia ś.o.r. w roślinie (PSP) lub odzyskiwaniu traconej dotąd cieczy (tunelowe).

Tabela 1. Stopień redukcji znoszenia dla wybranych TOZ (Technik Ograniczających Znoszenie) w ochronie upraw polowych (wg badań ISK Skierniewice)
Table 1. Drift reduction for the selected field crop Drift Reducing Equipment (based on ISK Skierniewice)

a) opryskiwacz tradycyjny

Lp.	Rozpylacz			Dawka cieczy (l/ha)	Stopień redukcji (%)
	Typ	Ciśnienie (MPa)	Wydatek (l/min)		
1	Lechler LU 02	0,4	0,9	154	0*
2	Lechler LU 03		1,35	231	25
3	Lechler LU 04		1,8	308	50
4	Lechler AD 02		0,9	154	25
5	Lechler AD 03		1,35	231	25
6	Lechler AD 04		1,8	308	50
7	Lechler ID 02		0,9	154	25
8	Lechler ID 03		1,35	231	50
9	Lechler ID 04		1,8	308	75

b) opryskiwacz polowy bez PSP

1	Hardi F 015	0,55	0,82	140	0
2	Hardi F 02	0,30		140	25
3	Hardi F 03	0,16		140	50

c) opryskiwacz polowy z PSP

1	Hardi F 015	0,55	0,82	140	25
2	Hardi F 02	0,30		140	75
3	Hardi F 03	0,16		140	75

Objaśnienia:

(*) - stopień redukcji znoszenia w uprawach polowych odniesiono do tradycyjnej techniki opryskiwania i rozpylaczy (02)

Tabela 2. Stopień redukcji znoszenia dla wybranych techniki opryskiwania sadów (wg badań ISK Skierniewice).

Table 2. Drift reduction for the selected orchard Drift Reducing Equipment (based on ISK Skierniewice)

a) tradycyjny (Agrola); 2000 i 2001 rok

Lp	Rozpylacz			Dawka cieczy (l/ha)	Stopień redukcji znoszenia (%)	
	Typ	Ciśnienie (MPa)	Wydatek (l/min)		Faza 1	Faza 1
1	Lechler TR 02	0,8	1,3	380	0	25
2	Lechler TR 03		1,94	550	0	25
3	Lechler TR 04		2,56	750	0	50
4	Lechler ID 02		1,3	380	25	50
5	Lechler ID 03		1,94	550	25	50
6	Lechler ID 04		2,56	750	25	75

b) tradycyjny (Munckhof) 2003 rok

1	Lechler TR 01	0,8	0,64	160	0*	25
2	Lechler TR 02		1,27	317	0	50
3	Lechler TR 03		1,91	477	25	50
4	Lechler ID 01		0,64	160	50	25
5	Lechler ID 02		1,27	317	50	50
6	Lechler ID 03		1,91	477	50	75

c) tunelowy 2003 rok

1	Lechler TR 01	0,8	0,64	160	75	75
2	Lechler TR 02		1,27	317		
3	Lechler TR 03		1,91	477		
4	Lechler ID 01		0,64	160		
5	Lechler ID 02		1,27	317		
6	Lechler ID 03		1,91	477		

Objaśnienia:

(*) - stopień redukcji znoszenia w sadach odniesiono do tradycyjnej techniki opryskiwania i rozpylaczy (01)

Należy oczekiwać, że lista TOZ może być poszerzona o technikę sensorową. Oszczędności środków ochrony dla tej techniki mogą wynosić 24-26% w sadach karłowatych [Doruchowski i in. 1998] i do 45-60% w młodych sadach [Koch i Weissner 2000]. Jednocześnie ich emisja do środowiska może być mniejsza o nawet o 25-50% [Ganzelmeier i Rautmann 2000].

Podsumowanie

1. Skażenia punktowe są głównym źródłem skażenia środowiska podczas chemicznej ochrony roślin. Można je w dużym stopniu ograniczyć dzięki użyciu stanowisk „Biobed” i przez przestrzeganie właściwych procedur napełniania, odmierzania ś.o.r., i mycia opryskiwaczy w bezpiecznej odległości od wód powierzchniowych.
2. Wprowadzenie procedur prawnych stosowania stref ochronnych o zróżnicowanej szerokości zmniejszy zagrożenia dla środowiska i ograniczy konflikty lokalne związane ze znoszeniem cieczy. Opracowanie tych procedur musi być poprzedzone badaniami nad dystrybucją cieczy dla różnych technik opryskiwania i nowelizacją ustawy o ochronie roślin. Dzięki temu możliwe będzie dopuszczenie wyższych granicznych prędkości wiatru jak i węższych stref ochronnych. Będzie również stymulowało zainteresowanie rolników nowymi, z reguły droższymi, ale jednocześnie bardziej „przyjaznymi” dla środowiska technikami opryskiwania.

Bibliografia

Castell, J.A. 1993. The development of drift reducing hydraulic fan spray nozzles. Proceedings of Second International Symposium on Pesticide Application Techniques. Strasbourg 22-24.09.1993, 227-234.

Doruchowski, G., Jaeken, P., Hołownicki, R. 1998. Target detection as a tool of selective spray application on trees and weeds in orchard. Proceedings of SPIE Conference on Precision Agriculture and Biological Quality, Boston, Vol. 3543: 290-311.

Doruchowski G., Hołownicki R. 2003. Przyczyny i zapobieganie skażeniom wód i gleby wynikających ze stosowania środków ochrony roślin. Zeszyty IMUZ 9/2003: 96-115.

Frede F.-G., Fisher P., Bach M. 1998. Reduction of herbicide contamination in flowing waters. Z. Pflanzenernähr. Bodenk., 161: 395-400.

Ganzelmeier, H. 2000. Drift classification of sprayers and buffer zones in plant protection practice. Materiały z Konferencji “Racjonalna Technika Ochrony Roślin”, Skierniewice 14-15.11.2000: 21-30.

Ganzelmeier H., Rautmann D., Spangenberg R., Streloke M. 1995. Studies on the spray drift of plant protection products. Blackwell Wissenschafts-Verlag GmbH Berlin.Wien, s. 111.

Ganzelmeier, H., Rautmann, D. 2000. Drift, drift reducing sprayers and sprayer testing. Aspects of Applied Biology No. 57, Pesticide application, 1-10.

Hołownicki R., Doruchowski G., Godyn A., Świechowski W. 2000. Variation of spray deposit and loss with Air-jet directions applied in orchards. Journal of Agricultural Engineering Research, 77 (2): 129-136.

Hołownicki R., Doruchowski G., Godyń A., Świechowski W. 2004. Wpływ techniki opryskiwania sadów na ilość znoszonej cieczy użytkowej. Inżynieria Rolnicza. 3(58): 151-158.

Koch, H., Weisser, P. 2000. Sensor equipped orchard spraying – efficacy, savings and drift reduction. Aspects of Applied Biology No. 57, Pesticide application, 357-362.

Miller P. C. H., Smith R. W. 1997. The effects of forward speed on the drift from boom sprayers. Proceedings, Brighton Crop Protection Conference–Weeds, 399-406.

Ringel R.W., Andersen P.G. 1991. Trägerluftunterstützung an Feldspritzen: Ein Beitrag zur umweltgerechten Applikation von Pflanzenschutzmitteln. Landtechnik 46(3): 116-119.

Taylor W.A., Andersen P.G. 1997. A review of benefits of air assisted spraying trials in arable crops. Aspects of Applied Biology 48: 163-173.

Torstensson, L., Costillo M. dP. 1997. Use of biobeds in Sweden to minimize environmental spillage from agricultural spraying equipment. Pesticide Outlook, Vol. 8, No. 3: 24-27.

SPRAYING TECHNIQUE AS A TOOL TO REDUCE THE CONTAMINATION OF ENVIRONMENT BY PESTICIDES

Summary

The point sources and spray drift are most dangerous for soil and water pollution by pesticides. The point sources can be efficiently reduced by the proper disposing of the spray liquid residues and by filling the sprayers on biobeds. The contamination of surface water can be significantly decreased by the use of drift reducing equipment and by the properly adjusted buffer zones. Polish regulations do not allow to reduce buffer zones for spraying techniques and field situations reducing spray drift. The results of research on spray drift showed that the narrower buffer zones can be used for the Drift Reducing Equipment. The drift reduction values were presented for most of the field and fruit crop application techniques used in Poland. They can be used as a base for future official procedure of buffer zones adjustment by the farmers, depending on field situation and spraying technique.

Key words: spray drift, drift reduction, spraying technique, buffer zone