

ZBIGNIEW CZACZYK  
*Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu,  
Instytut Inżynierii Biosystemów*

## JAKOŚĆ ROZPYLENIA CIECZY JAKO ELEMENT DORADCZY DECYDUJĄCY O EFEKTYWNOŚCI I BEZPIECZEŃSTWIE OCHRONY ROŚLIN

### 1. Wstęp

Państwa Unii Europejskiej (UE) zobligowane są od 2014 r. do zintegrowanej ochrony roślin [Dyrektywa 2009]. Pojawiają się liczne, wartościowe opracowania naukowe i inne, w których ochrona roślin traktowana jest kompleksowo [Pruszyński 2011, Pruszyński i in. 2008, Wolny i Jaworski 2009]. Korzystne byłoby jednak wzbogacanie tego typu opracowań o wiedzę, szczególnie w zakresie wpływu ważnych czynników technicznych. Technika ochrony roślin (TOR) istotnie decyduje o efektywności ochrony, skutkach w środowisku [Gajtkowski 2000, Hewitt 1997, Hołownicki 2006, Matthews 2000, Triloff 2011] oraz o poziomie pozostałości pestycydów w żywności [Czaczyk i Gnusowski 2007], nie jest jednak w Polsce doceniana.

System obowiązkowych badań technicznych opryskiwaczy, którym Polska może się szczycić (wiele krajów UE dopiero je wprowadza), przyczynił się do istotnego podniesienia poziomu wiedzy i świadomości operatorów w zakresie TOR. Procedurę badań można jeszcze udoskonalić. Zakładana przyjazna forma edukacyjna nie przyniosła oczekiwanych efektów. Zbyt często właściciel opryskiwacza „spełnia wymóg” badania, bez świadomości korzyści z niego wynikających i bez wykorzystania go do swoich indywidualnych potrzeb. Znaczna liczba opryskiwaczy w ewidencji PIORiN, nie została jeszcze przebadana. Sytuacja w praktyce rolniczej jest taka, że odpowiedzialność za skutki wykonania zabiegu nakłada się na operatora opryskiwacza, bez wyposażenia go w niezbędną wiedzę. System szkoleń dla stosujących środki ochrony roślin (ś.o.r.), może być bardziej efektywny. Doradcy, instruktorzy, nauczyciele zawodu w zakresie TOR, pozbawieni są dostępu

do rzetelnych i aktualizowanych materiałów informacyjnych. Publikowane przez Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy (IOR-PIB), Programy ochrony roślin oraz Poradniki dobrej praktyki w ochronie roślin [Pruszyński i Wolny 2009] i podobne tematycznie pozycje wydawnicze [Doruchowski i Hołownicki 2008, Hołownicki 2006, PIMR 2004, Pruszyński i in. 2008, Wachowiak 2011], programy szkoleń IOR-PIB, najczęściej zalecenia techniczne sprowadzają do treści: „*stosuj właściwy rozpylacz*”, lub „*stosuj odpowiednie parametry zabiegu*”, odsyłając czytelnika do „etykiet” ś.o.r.

Jedynym forum podsumowującym postępy w zakresie TOR na szczeblu ogólnopolskim, jest Konferencja z cyklu: Racjonalna Technika Ochrony Roślin. Jej spontaniczny charakter deklarowany jest jako upowszechnieniowy, co w zakresie integracji środowisk zainteresowanych TOR (np. komercja), jak i transferu wiedzy potrzebnej praktyce, jest mało efektywny, m.in. dlatego, że materiały konferencyjne, **jako upowszechnieniowe** - nie są recenzowane [Czarczyk 2012e].

W Polsce materiały informacyjne producenta, od wielu lat stanowią jedyne, w miarę aktualne źródło informacji (o rozpylaczach i ich użytkowaniu), z tego powodu nie sposób pominąć tutaj problemu braku ich weryfikacji.

Nowoczesne rozwiązania techniczne umożliwiają bezpieczne stosowanie ś.o.r. w niekorzystnych warunkach (wiatr  $>2,5$  m/s), jednak wymaga to właściwego sprzętu i odpowiedniej wiedzy. Niektórzy producenci podają m.in. zakres użytkowania rozpylaczy do 6, a nawet 8 m/s prędkości wiatru, co nie jest weryfikowane np. na wystawach i targach, choćby wśród nagradzanych produktów. Prowadzi to do legitymizacji niezgodności z prawem [Ustawa 2009]. Sprzedający nie mają obowiązku informowania np. o wadach produktów i niekorzystnych skutkach ich użytkowania. Dyrektywa [2009] jednoznacznie traktuje rozpylacz jako, cytując: *sprzęt do aplikacji pestycydów*. Są to części opryskiwaczy wysoce odpowiedzialne za bezpieczeństwo i efektywność ochrony. Etykiety ś.o.r. zawierają bardzo zawężone informacje o technice aplikacji, gdyż nie mogą uwzględniać całej oferty rozpylaczy, adiuwantów, czy też wszystkich trudnych przypadków. Brak wymagań załączania wyczerpujących informacji technicznych i użytkowych do rozpylaczy, kupowanych jako części zamienne [Czarczyk 2003], może powodować dezinformację i groźne w skutkach – niewłaściwe stosowanie rozpylaczy i ś.o.r. Efektywność ochrony, zasadniczo zależnej od techniki, należy rozumieć w co najmniej trzech aspektach, mających ze sobą ścisły związek:

- skuteczności biologicznej,
- bilansu wykorzystania cieczy - relacja objętości cieczy działającej zgodnie z przeznaczeniem (na obiekcie traktowanym) do ilości strat,
- rachunku ekonomicznego ochrony.

Celem pracy było przybliżenie złożonego, interdyscyplinarnego znaczenia profesjonalnego doboru jakości rozpylenia cieczy jako elementu doradztwa, w świetle wprowadzania integrowanej ochrony roślin, przedstawienie istniejących problemów oraz możliwości i metod ich rozwiązania, z sugestią opracowania przystępnej, kompleksowej formy pomocy informacyjnej dla operatora i doradcy.

## **2. Miejsce techniki ochrony roślin w integrowanej produkcji roślinnej**

Podział kompetencji doradczych pracowników ODR np. wg Kiełbasy i Krysztofskiego [2009] sprawia trudność w jednoznacznym przypisaniu zakresu porad o doborze parametrów pracy opryskiwaczy. Zarówno zakresy obowiązków specjalisty ds. „produkcji roślinnej” czy „mechanizacji i agrotechniki” są właściwe i w zasadzie obaj powinni dysponować taką wiedzą. Z uwagi na brak opracowań z tego zakresu i wyjątkowo duże konsekwencje ew. błędów, fachowców tej specjalności w strukturach doradztwa z kompleksową wiedzą jest niewiele. Kompetentni specjaliści w zakresie TOR aktywni są tylko w kilku WODR [Czaczyk 2012e]. Stan taki wynika z długoletniego podrzędnego traktowania tej ważnej dziedziny.

Polskojęzycznymi opracowaniami wiedzy z TOR, są: podręcznik akademicki Gajtkowskiego [2000] i poradnik Hołownickiego [2006]. Zakres wiedzy dzięki postępowi jest znacznie szerszy, a najwartościowszym opracowaniem ciągle pozostaje monografia Matthews'a [2000].

Program obowiązkowych szkoleń dla stosujących ś.o.r. przewiduje 3 godz. z zakresu techniki. W zasadzie nie opublikowano żadnych kompleksowych i zweryfikowanych materiałów szkoleniowych z takim przeznaczeniem. Obowiązuje tylko „harmonogram wiedzy”, który organizator powinien zrealizować. Dopuszczenie przez WIORiN jednostek do prowadzenia szkoleń odbywa się bez weryfikacji wiedzy instruktorów. Wątpliwa jest propozycja uznania absolwentów szkół rolniczych, czy nawet studiów magisterskich, za kompetentnych i upoważnionych (bezterminowo!) do prowadzenia szkoleń, gdyż nie wszystkie programy nauczania tę wiedzę zawierają.

W publikacjach o TOR wymienia się nowości techniczne, bez wskazania właściwego sposobu postępowania [Wachowiak 2011]. Informacje o tym są niezbędne, szczególnie w warunkach odmiennych od sprzyjających. Należy je określić i upowszechniać w trudnym procesie zmiany nieufnej mentalności praktyków. Właściwe parametry pracy opryskiwacza są tak samo ważne jak monitoring upraw i DSS - systemy wspierania decyzji (*Decision Support System*), czemu od lat poświęca się rosnącą uwagę i znaczne środki finansowe. Parametry pracy opryskiwacza, zależne od właściwości cieczy użytkowej, sytuacji w uprawie i warunków

środowiskowych (pogoda i otoczenie chronionej uprawy) są szczególnie ważne, lecz niedoceniane. Obniżanie dawek, możliwe dzięki profesjonalnemu podejściu do TOR, stanowi barierę psychologiczną, gdyż wiąże się z odpowiedzialnością za ew. niepowodzenie. Nie leży ono w interesie producentów ś.o.r., opryskiwaczy czy rozpylaczy, stąd nie jest popularne i zbyt wolno znajduje świadomych zwolenników [Triloff 2011].

Efekt końcowy zabiegu ochronnego zależy od tak wielu czynników, że po niepowodzeniu, trudno jednoznacznie wskazać przyczynę. Skutki tego mogą być kosztowne, a ich naprawa niemożliwa. Tym bardziej znaczenie kompleksowej i odpowiedzialnej TOR, wkomponowanej w integrowaną ochronę i technologie produkcji roślinnej, rośnie. Zaawansowana wiedza o parametrach istotnych w indywidualnych warunkach każdego zabiegu, jest potrzebna zarówno operatorowi prostego opryskiwacza w małym gospodarstwie, jak i nowoczesnego w dużym. Operator, a tym bardziej doradca, musi rozumieć zjawiska związane z wykonywanymi czynnościami i mieć świadomość wysokiej odpowiedzialności za wykonywaną pracę oraz skutków i zagrożeń z tym związanych - wymóg Dyrektywy [2009]. Ta sama wiedza w formie baz danych, jest przydatna i może być instrumentem wspomagającym (w komputerze pokładowym, lub jako aplikacja internetowa) poprawną i efektywną pracę opryskiwacza o różnym stopniu automatyzacji procesu dozowania cieczy. Konieczność wykonania zabiegu w warunkach niekorzystnych (wiatr  $>2,5$  m/s, wilgotność  $<60\%$ , temperatura poniżej lub powyżej zalecanej), nie jest rzadkością – wynika z sytuacji w uprawie. W zakresie doboru optymalnych parametrów pracy opryskiwacza i wykorzystaniu wszystkich dostępnych środków technicznych, istnieje duży potencjał do wykorzystania, który nie musi kosztować, gdyż chodzi o zarządzanie informacją (rysunek 1), a nie kosztowne inwestycje.

Wysokie kwalifikacje i świadomość dzięki wykorzystaniu zalet nowoczesnego sprzętu, pozwalają w dobrych warunkach, stosować niższe dawki wody i preparatu, z pewnym skutkiem i bez ryzyka niepowodzenia [Triloff 2011]. Dawki zalecane przez producentów zawierają ilościową „rezerwę” (nadwyżkę). Uwzględnia ona niekorzystne warunki wykonania ochrony i przeciętny stan techniczny sprzętu, oraz poziom wyszkolenia operatora. Dla zredukowania liczby niepowodzeń (a w konsekwencji reklamacji), są one w tym celu, w pewnym zakresie zawyżone. Dobry sprzęt, w korzystnych warunkach, użyty przez kompetentnego operatora, pozwala na stosowanie mniejszej ilości ś.o.r., w mniejszej objętości wody (przy stałym bądź wyższym stężeniu), co pozwala na realne zmniejszenie: zużycia ś.o.r., wody i paliwa, nakładu czasu pracy oraz ryzyka strat.

Preparaty w wyższym stężeniu są skuteczniejsze, a stosowane drobnokropliszcie skutkują mniejszym ryzykiem fitotoksyczności [Triloff 2011] i pozostałości

[Czaczyk i Gnusowski 2007]. Dysponowanie potencjałem szybszego wykonania ochrony (wydajny, nowoczesny sprzęt i dobrze wyszkolony operator, różne rozpylacze w oprawach wielokrotnych), pozwala także na wyczekanie na korzystniejsze warunki. W innym przypadku opryskujący, stosując pełne dawki ś.o.r. i wody (więcej transportu), ponoszą wyższe nakłady na wykonanie ochrony na takim samym areale.

Dopuszczenie wykonywania ochrony w warunkach siły wiatru do 4 m/s, powinno być merytorycznie uzasadnione i wynikać z badań w polskich warunkach (uwzględniając polski sprzęt), których dotychczas w Polsce się nie prowadzi. Istnieje w Polsce znaczny potencjał naukowo badawczy [Czaczyk 2012e], zdolny do rozwiązywania problemów i potrzeb praktyki rolniczej, w zakresie techniki opryskiwania. Publikacje zagraniczne [Czaczyk 2012g, Hewitt 1997, Triloff 2011] i krajowe [Czaczyk 2010, Czaczyk 2012a, b, c, d, f, Czaczyk i in. 2012, Czaczyk i Szulc 2012] oraz przykłady rozwiązań z innych krajów, wskazują kierunki działań w celu poprawy sytuacji w tym zakresie. Niezbędne jest tylko zapotrzebowanie instytucji, które odpowiadają za Wspólną Politykę Rolną (WPR), zintegrowaną ochronę roślin i bezpieczeństwo żywności.

Technika ochrony roślin, podobnie jak diagnostyka i technika monitorowania upraw, systemy wspierania decyzji w rolnictwie i ochronie roślin, stanowią nowoczesny i potrzebny praktyce zakres wiedzy, równocześnie będąc atrakcyjną i poszukiwaną ofertą dydaktyczną oraz szkoleniową.

Jednak jak m.in. zauważyli Trziszka i in. [2009], w tworzeniu programów studiów, ciągle nad konkurencyjnością uczelni, potrzebami rynku, gospodarki i zainteresowaniami studenta, dominuje wewnętrzny interes podziału godzin dydaktycznych. Są uczelnie, na których w programie specjalności Ochrona roślin nie ma przedmiotu Technika ochrony roślin. Tym bardziej TOR nie ma w programach innych specjalności kierunków Rolnictwo i Ogrodnictwo. W tych okolicznościach i przy tak szybkim postępie technologicznym (techniki i chemii), MRiRW proponuje zwolnienie absolwentów Rolnictwa, Ogrodnictwa, Leśnictwa, z obowiązkowych szkoleń w tym zakresie, uznając poziom ich wiedzy za wystarczający. Również kompetencje absolwentów szkół średnich takich profili, uznane są za odpowiednie do prowadzenia szkoleń. Propozycje te są sprzeczne z zapisami Dyrektywy [2009]: pkt. 8, cytata: „*Jest kwestią zasadniczą, by państwa członkowskie stworzyły system szkoleń dla... doradców (w tym sprzedawców detalicznych) i profesjonalnych użytkowników pestycydów.*”

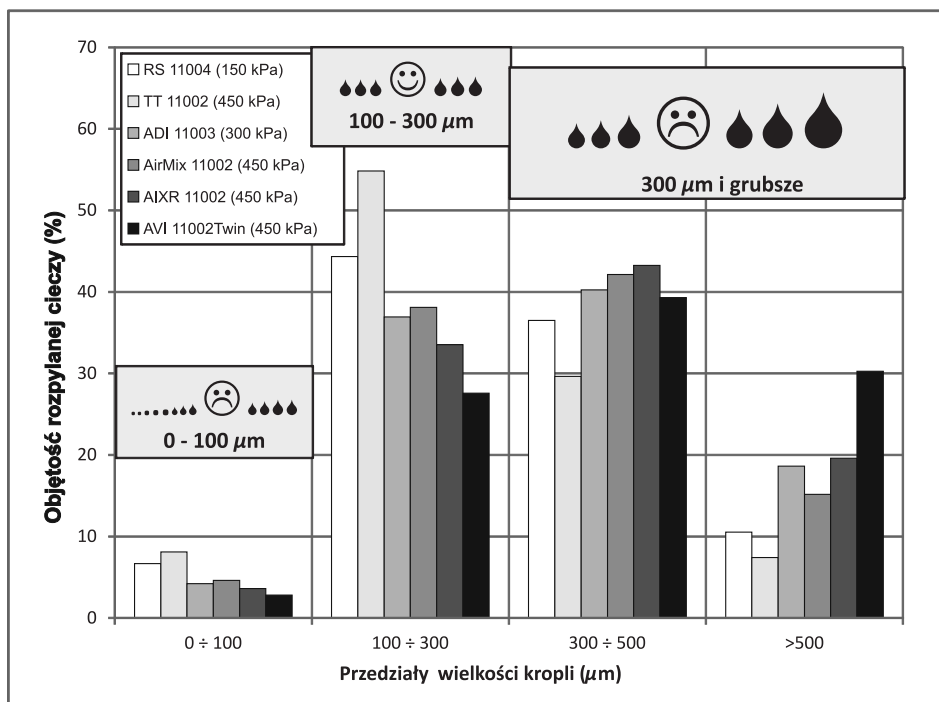
O ile podstawowa wiedza w zakresie TOR, jest niezmienna od lat [Gajtkowski 2000, Matthews 2000] i dotyczy sposobu zastosowania odpowiedniej ilości preparatu w określonej ilości wody, na daną powierzchnię (l/ha), to efekt biologiczny może być różny, w zależności od warunków i sposobu aplikacji. Duże możliwości

tkwią w doskonaleniu TOR i propagowaniu wiedzy. W celu poprawy bezpieczeństwa i skuteczności stosowania pestycydów, w wielu ośrodkach na całym świecie, prowadzi się pracochłonne badania w tym zakresie. Dotyczą one wpływu właściwości różnych substancji – sposobu ich działania *mode of action* (systemiczne/kontaktowe), warunków (zmienne temperatury i wilgotność powietrza oraz prędkość wiatru), jak i użytej techniki (rozpylaczy) oraz parametrów pracy. W tym zakresie postęp zachodzi bardzo szybko (nowe: rozpylacze, preparaty, adiuwanty), istnieje potencjał możliwości do wykorzystania, a aktualizowanych materiałów informacyjnych niestety brak. Tym trudniej o dobrych doradców w tym zakresie. Nie wystarczy kopiowanie rozwiązań innych państw. Instrukcje stosowania s.o.r. (tzw. „etykiety”) obligatoryjnie zawierają informacje o wymaganej jakości rozpylenia, z jaką powinna nastąpić jego aplikacja (drobne, średnie, grube). Brak takich informacji o rozpylaczach powoduje problemy dla operatora, gdyż ani opryskiwacz, ani tym bardziej rozpylacz, jako część wymienna kupowana oddzielnie, nie są w nie wyposażane. Na rynku spotkać można trudne do rozpoznania tzw. „podróbki” rozpylaczy o niezidentyfikowanych parametrach [Czaczyk 2012f]. Klasyfikacja rozpylenia użyta w etykietach, jest dalece uogólniona i nie uwzględnia zróżnicowanych charakterystyk rozpylaczy (ważnych frakcji), co Rysunek 1. zaledwie sygnalizuje. Brak szczegółowych informacji o jakości rozpylenia, stwarza groźną lukę uniemożliwiającą operatorowi i doradcy poprawne i legalne działanie (brak informacji o jakości rozpylenia uniemożliwia postępowanie zgodnie z etykietą). Informacje w tym zakresie, zwłaszcza wiarygodne, nie są łatwe do uzyskania. Tym bardziej konieczne jest rzetelne, kompleksowe opracowanie ważnego zakresu informacji łączącego powyższe zagadnienia (z TOR). Stan krajowego potencjału [Czaczyk 2012e], pozwala myśleć optymistycznie o realności szybkiego uzupełnienia pilnych potrzeb w zakresie TOR. Liczne publikacje stanowią źródło wiedzy i metodyk. Kadra stanowi potencjał intelektualny do uruchomienia niezbędnych działań praktycznie od zaraz. Mamy osiągnięcia w zakresie oceny użytkowania opryskiwaczy, czy wpływu właściwości cieczy użytkowych. Udowodniono korzystny wpływ adiuwantów na poprawę pokrycia i skuteczność biologiczną - m.in. Kierzek i Wachowiak [2009], jednak możliwe jest także określenie i zoptymalizowanie ich wpływu na jakość rozpylenia [Czaczyk 2012b, Miller i Tuck 2005]. Określenie takich właściwości i zastosowanie ich w celu redukcji strat, znacząco podniesie bezpieczeństwo i efektywność ochrony roślin [Czaczyk 2012a b, c i d, Czaczyk i in. 2012]. Rysunek 1. przedstawia tylko przykład zróżnicowanego rozkładu rozpylanej cieczy w istotnych frakcjach. Zakres optymalnej frakcji jest zmienny w zależności od preparatu, agrofaga i warunków wykonania aplikacji. Słupki wykresów przedstawiają różnice, które powinni rozumieć i uwzględniać operatorzy, doradcy i instruktorzy. Jeden litr cieczy rozpylony na frakcję optymal-

ną, zamiast na niekorzystną, to ponad  $238 \cdot 10^6$  kropli ( $\phi 200 \mu\text{m}$ ), co przy założeniu pokrycia rzędu 100 kropli na  $1 \text{ cm}^2$ , teoretycznie pozwala skutecznie pokryć powierzchnię na dodatkowych  $238 \text{ m}^2$  chronionej powierzchni.

Rysunek 1

**Przykład zróżnicowania objętościowego frakcji wielkości kropli (efektywne, podatne na znoszenie i odparowanie, nieefektywne), dla kilku rozpylaczy o różnej budowie i wydatku**



Źródło: Wyniki badań własnych.

W nowoczesnych opryskiwaczach komputer sterujący dozowaniem cieczy, powinien onLine uwzględniać tego typu informacje, w algorytmie wyboru jakości rozpylenia, adekwatnie do potrzeb lokalnych warunków zabiegu. Świadomy i profesjonalny wybór optymalnego rozpylenia powinien skutkować uzyskaniem największej objętości cieczy użytkowej we frakcji pożądanej w danych warunkach. W ten sposób można profesjonalnie zwiększać efektywność i bezpieczeństwo ochrony, równocześnie redukując ryzyko skażeń, strat cieczy w postaci znoszenia, odparowania, ściekania i osiadania na podłożu. Jest to integralny element rolnictwa precyzyjnego i musi stać się ważnym ogniwem ochrony roślin oraz argumentem doradztwa. Inaczej w dalszym ciągu ochrona będzie wykonywana

w niewiedzy, w sposób nieprofesjonalny, z przedawkowaniem i zawyżoną, nieuzasadnioną liczbą zabiegów, gdyż bez pomocy DSS o terminie ochrony, takie sytuacje są nagminne. Możliwość analizy przez użytkownika, objętości frakcji przydatnych i niekorzystnych rozpylanej cieczy, jest zbieżna z wytycznymi Dyrektywy [2009], pozwala podnieść skuteczność i bezpieczeństwo chemicznej ochrony roślin, z możliwością redukcji zużycia ś.o.r.

Kapitałny przykład połączenia nowoczesnej TOR i DSS w ochronie roślin, promuje wieloletni doradca niemiecki dr Peter Triloff [2011]. Koncepcja aplikacji drobnokroplistej z sukcesem na kilku tysiącach ha sadów, z 75% redukcji potencjału znoszenia, udokumentowanej przez federalny Instytut Julius'a Kühna ([www.jki.bund.de](http://www.jki.bund.de)) w Braunschweigu, opiera się na doborze siły podmuchu z wentylatora do potrzeb koron drzew, stałym ciśnieniu cieczy 0,75 MPa (7,5 bar) i standardowych rozpylaczach wirowych *Albuz ATR lilac* → brak nieefektywnej frakcji kropli >250 μm. O wysokości dawki cieczy do potrzeb koron drzew, decyduje liczba czynnych rozpylaczy i prędkość jazdy. Pozwala to na skuteczną ochronę optymalną frakcją przy dawkach rzędu 120-200 l/ha sadu. W tym kierunku powinny zmierzać działania naszego doradztwa, korzystając z doświadczeń innych i respektując specyfikę polskich warunków. Przykład ten potwierdza niezręczność niespójnego ujęcia w Dyrektywie [2009] (art. 11, ust. b), cytat: „*przyznawanie pierwszeństwa najefektywniejszym technikom stosowania, takim jak użycie urządzeń antyznoszeniowych dla pestycydów, w szczególności w przypadku upraw pionowych, takich jak chmiel i uprawy prowadzone w sadach i winnicach*”. Urządzenia antyznoszeniowe z zasady nie należą do najefektywniejszych (rysunek 1). To błędne rozumienie potwierdza niedocenianą rangę TOR i potrzebę wysokich kompetencji operatora.

### 3. Problemy, możliwości i propozycje ich rozwiązania

Do opracowania scenariuszy postępowania (instrukcji), niezbędnych do profesjonalnego doboru parametrów pracy opryskiwacza (wybór rozpylacza, jakości rozpylenia, prędkości jazdy, wysokości belki, czy siły podmuchu z wentylatora opryskiwacza sadowniczego), niezbędne są szczegółowe badania spektrum kropli generowanych przez różne rozpylacze [Czaczyk 2012a, b, c, Czaczyk i in. 2012, Czaczyk i Szulc 2012, Hewitt 1997, Miller i Tuck 2005], w różnych warunkach otoczenia (wiatr, temperatura, wilgotność). W innych krajach, w tego typu badania inwestuje się miliony USD. W Polsce parametry rozpylenia dostępne są dotychczas jedynie w materiałach informacyjnych producentów rozpylaczy (nie zawsze w j. polskim) i generalnie mierzone są dla wody. Właściwości cieczy użytkowych różnią się jednak i wpływają na rzeczywistą jakość rozpylenia, decydu-

jąc o jakości pokrycia opryskiwanych obiektów (chronionych lub zwalczanych), stratach [Hewitt 1997, Miller i Tuck 2005] i skuteczności biologicznej. W wielu ośrodkach zagranicznych badania idą w kierunku kojarzenia korzystnych parametrów rozpylenia: rodzaju rozpylacza i ciśnienia (a z nim wydatku) np. *Nufarm* w Australii ([www.nufarm.com](http://www.nufarm.com)) z właściwościami i przeznaczeniem preparatów. Producenci rozpylaczy i pestycydów np. *Hypro* i *Syngenta*, już kilka lat temu z sukcesem, wypracowali rozpylacz „*potato nozzle*”, dedykowany ochronie jednej uprawy (ziemniaków), środkami firmy *Syngenta*. Takie kojarzenie rozpylaczy i cieczy użytkowych jest jednym z zadań dla specjalistów z TOR, w celu opracowania optymalnych parametrów dla uzyskania wysokiej efektywności w szerokim jej rozumieniu. Zaawansowana TOR, dostosowana do potrzeb roślin i panujących warunków, powinna być integralnym rozdziałem opracowań, zaleceń, programów studiów i szkoleń, wychodząc naprzeciw wymaganiom i oczekiwaniom.

Konieczność weryfikacji Programów ochrony roślin i ich niedoskonałości, sygnalizował już m.in. Pruszyński [2011]. Największe braki w Programach, dotyczą właśnie parametrów pracy opryskiwaczy. Stawia to ważne wyzwania przed specjalistami zajmującymi się TOR, wymaga parametryzacji opryskiwaczy [Triloff 2011] oraz rozpylaczy dostępnych i użytkowanych w Polsce, i jest niezbędne z co najmniej trzech powodów:

- badania cech opryskiwaczy: charakterystyki emisji i potencjału znoszenia cieczy opryskowej (w tym rozpylaczy),
- optymalizacji parametrów pracy opryskiwaczy, rozpylaczy i/lub wentylatorów,
- określenia instrukcji właściwego przygotowania opryskiwacza, wyboru rozpylacza i sposobu ich użytkowania.

Naprzeciw takim potrzebom, częściowo wychodzą prototypy nowych rozwiązań np. *vario-wind-select*: rozpoznają sytuacje wymagające reakcji tj. zmiany jakości rozpylenia. Polega to na zmianie aktywnego rozpylacza na rozpylacz eżektorowy o podobnym wydatku, przy tym samym ciśnieniu, z założeniem, że eżektor redukuje znoszenie, lecz bez wglądu w pełne spektrum generowanych kropli i bez wyboru najkorzystniejszych alternatyw. Koncepcję tę można [Czaczyk 2012b i c] i należy zoptymalizować. Nie redukcja znoszenia powinna być priorytetem, a skuteczna i bezpieczna aplikacja ś.o.r. z naciskiem na minimalizację skutków ubocznych (w tym znoszenia). Dotychczas nie zwraca się uwagi ani na proporcje korzystnych i niekorzystnych frakcji wielkości kropli (rysunek 1), ani na to, że znacząca objętość rozpylanej cieczy opada na podłoże (w sadach nawet ponad 50%), że grube krople trafiające na obiekt chroniony, mogą wywoływać fitotoksyczność [Triloff 2011], lub pokrywać z niewystarczającą jakością (liczbą kropli na cm<sup>2</sup>). Udowodniono m.in., że wybrane dodatki do cieczy, w określonych warunkach,

redukują potencjał znoszenia – modyfikują jakość rozpylenia [Czaczyk 2012b i c, Miller i Tuck 2005], ze skutkiem zbliżonym do niektórych rozpylaczy eżektorowych. Wpływ adiuwantów oraz optymalizację parametrów pracy opryskiwacza, należy uwzględnić dla wyższych prędkości aplikacji (10÷25 km/h), gdyż taka jest tendencja w praktyce. Aktualizowana wiedza musi być potwierdzana w badaniach polowych. Wybór rozpylaczy i ich parametrów pracy powinien być poprzedzony badaniami spektrum kropli cieczy użytkowej i jej właściwości (lepkość, gęstość, napięcie powierzchniowe), a jest pomijane w badaniach i wnioskowaniu np. Kierzek i Wachowiak [2009].

**Znacznie ważniejsze jest jednak, aby jak najszybciej ze zaktualizowaną i wy-czekiwaną wiedzą, przekonująco dotrzeć do użytkowników tysięcy już pracujących opryskiwaczy, co jest zadaniem dla systemu doradztwa.**

Uzyskanie potrzebnej wiedzy wymaga zaangażowania doświadczonych fachowców o zróżnicowanym i szerokim zakresie kompetencji dotyczących:

- właściwości fizycznych rzeczywistych cieczy użytkowych,
- jakości rozpylenia (spektrum kropli), analizy frakcji,
- jakości naniesienia na sztuczne i naturalne elementy (liczba kropli, stopień pokrycia i naniesienie masy),
- precyzyjnej techniki aplikacji w uprawie,
- biologicznej oceny skuteczności zabiegów ochrony roślin,
- znormalizowanych badań potencjału znoszenia w warunkach laboratoryjnych i polowych.

Opryskiwanie jest procesem dynamicznym i odbywa się w zmiennych warunkach, skąd wynika potrzeba szerokiej wiedzy o TOR, niezbędnej do prawidłowego reagowania na zmienne warunki. Kompleksowe badania zarówno dla odpowiednich, jak i niekorzystnych warunków, przyczynią się do przekrojowej oceny zjawisk związanych z generacją korzystnych, efektywnych i skutecznych (optymalnych frakcji) kropli. To będzie podstawą do opracowania zaawansowanych instrukcji. Materiały informacyjne firm nie mogą stanowić jedyne źródła wiedzy. Klasy rozpylenia często określa nieprecyzyjnie na podstawie samych wartości średnich średnic objętościowych ( $VMD=D_{v0,5}$ ) (*Volume Median Diameter*). Dotychczasowe wyniki, co typowe dla badań naukowych, mają charakter wycinkowego rozpoznania/porównania efektów użycia kilku rozpylaczy i kombinacji preparatów/adiuwantów.

Z założeń WPR opartej na *motto*: „budowa konkurencyjnej i innowacyjnej gospodarki opartej na wiedzy jest priorytetowym celem Wspólnoty Europejskiej” wynika, że państwo powinno popierać transfer wiedzy i innowacji do praktyki, z TOR włącznie. Tym bardziej, że ewidentnie poprawią one efektywność oraz bezpieczeństwo żywności i środowiska.

Podzielając opinię Trziszka i in. [2009] autor uważa, że transfer wiedzy naukowej do formy przystępnej praktyce, zwłaszcza w formie zweryfikowanej, natrafia na namacalne kłopoty różnej natury. Jest to wbrew idei i priorytetom UE: „*budowy konkurencyjnej i innowacyjnej gospodarki opartej na wiedzy*”. Potencjał kadr naukowych w Polsce nie jest należycie wykorzystywany do wyjątkowo dużych i skomplikowanych potrzeb rolnictwa wynikających z przeskoku technologicznego po akcesji do UE. Wadliwe rozwiązania i efekty poprzedniego systemu, niestety nie jest łatwo modyfikować do bardziej efektywnych.

Nie bez wpływu na stan niedoinformowania w zakresie TOR, jest brak walidacji instruktorów do przeprowadzania szkoleń. Nie są oni w żaden fachowy i transparentny sposób szkoleni, nie sprawdza się też ich kompetencji. Potwierdza to niedoskonałość systemu i niedoceniań rangi TOR, w procesie produkcji żywności (znaczący udział w eksporcie), co można zauważyć nie tylko w Polsce. Konsultacje Dyrektywy [2009] „...na rzecz zrównoważonego stosowania pestycydów”, wg opinii prof. H. Ganzelmeiera (JKI) [konsultacja osobista], w zakresie TOR, polegały na wysłuchaniu opinii specjalistów, bez istotnego wpływu ich uwag na kształt i treść dokumentu. Z powodu postępu w technice i modyfikacji programów ochrony, systematyczne aktualizowanie wiedzy i umiejętności osób odpowiedzialnych za ochronę roślin, w formie obowiązkowych szkoleń powinno być doskonałe i kontynuowane. Szkolenia dla operatorów opryskiwaczy, powinny obowiązkowo obejmować wykonanie pełnego doboru parametrów pracy agregatu ciągnik-opryskiwacz – wymóg Dyrektywy [2009], wg uaktualnianych procedur.

#### 4. Podsumowanie

Aktualna sytuacja jest taka, że odpowiedzialność za skutki ochrony nałożono na operatora, a dostarczenie informacji o sposobie użytkowania rozpylaczy pozostawia się producentom. W wyniku braku weryfikowanych źródeł kompleksowej wiedzy, operator/instruktor jest zmuszony opierać się na niezawerowanych informacjach producentów rozpylaczy/opryskiwaczy, lub sprzedawców uznawanych za źródło porad zarówno przez klientów, jak i w Dyrektywie [2009]. Taka sytuacja nie powinna być dłużej tolerowana [Ustawa 2009], gdyż sprzyja utrwalaniu złych nawyków i legitymizowaniu informacji nieobiektywnych, oraz stosowaniu ich w sposób bez racjonalnego uzasadnienia. Poprawie sytuacji w traktowaniu TOR mogłoby posłużyć wprowadzenie do programu Sesji IOR-PIB regularnego panelu o profilu technicznym. Opracowanie przeglądu charakterystyk jakości rozpylenia wg proponowanego wyżej schematu, może spowodować udoskonalenie metod pomiarowych i wdrożeniowych, a docelowo opracowanie charakterystyk

spektrum kropli, potencjału znoszenia i przydatności rozpylaczy w rolnictwie. Opracowanie parametrów pracy rozpylaczy rolniczych, może stanowić podstawę utworzenia baz danych o przebadanych rozpylaczach, opracowania instrukcji ich użytkowania, w formie przystępnej doradcom, operatorom, instruktorom i kursantom. Tak kompleksowe objęcie problematyki zjawisk związanych z efektywnością i bezpieczeństwem ochrony roślin, stworzy możliwości wdrożenia systemów zarządzania jakością rozpylenia, niezbędnych jako przedmiot i podmiot nowoczesnego doradztwa, i może być rozwiązaniem do naśladowania w Europie.

Doradztwo wymaga głębokich specjalizacji, dużego zaangażowania, ciągłej aktualizacji wiedzy, dotyczy to również ochrony roślin. Jak wnioskuje Chyłek [2011], cytat: „*konieczne jest podjęcie zdecydowanych działań naprawczych na wszystkich poziomach decyzyjnych administracji państwowej i samorządowej oraz w instytucjach stanowiących poszczególne ogniwa transferu wiedzy*”, do zrobienia jest bardzo wiele. Przykładem jest ochrona roślin pozbawiona aktualizowanego wsparcia merytorycznego w zakresie techniki. W tym procesie powinno być miejsce oraz środki uwzględniające nowoczesne, świadome i odpowiedzialne traktowanie TOR, łącznie z dostosowanymi do warunków i potrzeb, systemami wspierania decyzji - DSS (uzasadniony termin wykonania ochrony). Będzie to miało przełożenie na jakość zdrowej polskiej żywności (owoców i warzyw) – silnego argumentu eksportowego, stąd inwestycje w tym zakresie będą słuszne i opłacalne.

Zgodne z postulatami Wiatraka [2011] cytat: „*badania naukowe powinny być planowane włącznie z ich zastosowaniem..., oraz zgodne z potrzebami i praktyką*”, zarządzanie wielkością kropli i parametrami pracy opryskiwacza, odpowiednio do indywidualnych zmiennych warunków (bezpieczeństwo i efektywność), należy uwzględnić w działaniach zmierzających do opracowania drukowanych materiałów informacyjnych niezbędnych i przystępnych operatorowi. Można je także opracować w postaci na urządzenia mobilne na znacznie bardziej zaawansowanym poziomie niż Czaczyk [2010] i/lub witryny internetowej, z uwzględnieniem jakości rozpylenia i potencjału znoszenia. Równocześnie powstanie wyczerpujący i rzetelny materiał źródłowy dla zainteresowanych. Czynnikiem niesprzyjającym wykorzystaniu krajowego potencjału fachowców jest sytuacja, że jednostki naukowe, nie posiadają źródeł finansowania na udział kadry w przedsięwzięciach krajowych i zagranicznych (warsztaty, konsultacje), jako słuchacze, eksperci, wykładowcy (podnoszenie kompetencji, wymiana informacji i doświadczeń), oraz że wkład merytoryczny w doradztwo nie stanowi dorobku liczącego się w ich ocenie. Zaangażowanie kadry spoza jednostek finansowanych z MRiRW, by być efektywnym, musi mieć określone zasady i finansowanie.

## LITERATURA

1. Chyłek E. K. (2011): Zadania doradztwa rolniczego w transferze wiedzy i innowacji. *Zagadnienia Doradztwa Rolniczego* 65(3), 21 – 36.
2. Czaczyk Z. (2003): Rozpylacz nie guzik! *Roln. Przegląd Techn.* 3(49), s. 36-37.
3. Czaczyk Z. (2010): Mobilna aplikacja do doboru parametrów pracy opryskiwaczy polowych. *Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna*, 6, s. 25-26.
4. Czaczyk Z. (2012a): Spray classification for selected flat fan nozzles. *J. Plant Prot. Res.* 52(1), 180-183.
5. Czaczyk Z. (2012b): Charakterystyka użytkowa wybranych rozpylaczy do ochrony upraw przestrzennych. *J Res. Appl. in Agric. Engng* 57(2), s. 23-30.
6. Czaczyk Z. (2012c): Charakterystyka użytkowa wybranych rozpylaczy płasko-strumieniowych do ochrony upraw polowych. *J Res. Appl. in Agric. Engng.* 57(2), s. 31-40.
7. Czaczyk Z. (2012d): Potencjał znoszenia cieczy wybranych rozpylaczy płasko-strumieniowych mierzony w tunelu aerodynamicznym. *J Res. Appl. in Agric. Engng.* 57(2), s. 41-46.
8. Czaczyk Z. (2012e): Potencjał naukowy polskich placówek badawczych w zakresie techniki ochrony roślin a potrzeby praktyki. *Mat. X Jub. Konf. „Racjonalna Technika Ochrony Roślin”*, Poznań 14/15.XI. Wyd. IOR-PIB, ISBN 978-83-89867-77-3, s. 67-74. <http://www.ior.poznan.pl/690,x-racjonalna-technika-ochrony-roslin.html>
9. Czaczyk Z. (2012f): Zarządzanie wielkością kropli – *science fiction*, czy praktyczna konieczność? *Mat. X Jubileuszowej Konferencji „Racjonalna Technika Ochrony Roślin”*, Poznań 14/15.XI. Wydawnictwo IOR-PIB, ISBN 978-83-89867-77-3, s. 138-145. <http://www.ior.poznan.pl/690,x-racjonalna-technika-ochrony-roslin.html>
10. Czaczyk Z. (2012g): Influence of air flow dynamics on droplet size in conditions of air-assisted sprayers. *Atomization and Sprays* 22(4), s. 275-282.
11. Czaczyk Z., Gnusowski B. (2007): Comparison of fungicide residues in apple flesh depending on spraying categories. *Annales of the University of Cracovia*, ISSN 1841-8317. Vol. XXXVII/A-2007, s. 554-557.
12. Czaczyk Z., Kruger G., Hewitt A. (2012): Droplet size classification of air induction flat fan nozzles, *J. Plant Prot. Res.* 52(4), s. 404-409.
13. Czaczyk Z., Szulc T. (2012): Charakterystyka użytkowa i produkcyjna wybranych rozpylaczy płaskostrumieniowych. *J Res. Appl. in Agric. Engng.* 57(2), s. 52-59.
14. Doruchowski G., Hołownicki R. (2008): *Przewodnik Dobrej Organizacji Ochrony Roślin*. Inst. Sadownictwa i Kwaciarnictwa, ISBN 978-83-60573-23-5, wyd. 2, 90 s.
15. Dyrektywa (2009): Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/128/WE, z dnia 21 października 2009 r., ustanawiająca ramy wspólnotowego działania na rzecz zrównoważonego stosowania pestycydów. *Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej* L 309, 24.11.2009, s. 71-86.
16. Gajtkowski A. (2000): *Technika ochrony roślin*. Wydanie 3. Wydawnictwo AR im. A. Cieszkowskiego w Poznaniu, 257 s.
17. Hewitt A. J. (1997): The importance of droplet size in agricultural spraying. *Atomization and Sprays* 7(3), s. 235-244.

18. Hołownicki R. (2006): Technika Opryskiwania Roślin dla Praktyków. Plantpress, ISBN 83-89874-50-4, 211 s.
19. Kiełbasa B., Krysztoforski M. (2009): Potrzeby doradcze rolników w opinii pracowników wojewódzkich ośrodków doradztwa rolniczego. *Zagadnienia Doradztwa Rolniczego* 57(2), 43-53.
20. Kierzek R., Wachowiak M. (2009): Efetywność zabiegów insektycydowych w uprawie ziemniaków, w zależności od typu stosowanych rozpylaczy. *Progr. in Plant Prot./ Postępy w Ochronie Roślin* 47(1), s. 51-55.
21. Matthews G. A. (2000): *Pesticide application methods*. 3<sup>rd</sup> Edn. Wiley-Blackwell, Oxford, ISBN: 978-0-632-05473-2. Hardcover, 448 s.
22. Miller P.C.H., Tuck C. R. (2005): Factors influencing the performance of spray delivery systems: A Review of recent developments. *J ASTM*, June, Vol.: 2, No. 6, Paper ID JA112900, 13 s.
23. MRiRW (2012): Krajowy Plan Działania na rzecz ograniczenia ryzyka związanego ze stosowaniem środków ochrony roślin na lata 2013-2017, 72 s.
24. PIMR (2004): Wyniki badań rozpylaczy dla sprzętu polowego i sadowniczego. 49 s.
25. Pruszyński S. (2011): Integrowana ochrona roślin – wyzwanie dla rolników, służb doradczych i nauki. *Zagadnienia Doradztwa Rolniczego* 64(2), 49-65.
26. Pruszyński S., Mrówczyński M., Pruszyński G. (2008): Ochrona roślin w integrowanej technologii produkcji rolniczej. *Problemy Inżynierii Rolniczej* (59)1, 87-97.
27. Pruszyński S., Wolny S. (2009): Przewodnik dobrej praktyki ochrony roślin. Wydawnictwo IOR, ISBN 978-83-89867-391, 90 s.
28. Ustawa o zwalczaniu nieuczciwej konkurencji (2009): Dz. U. 2003 nr 153 poz. 1503, tekst ujednolicony, 11 s.
29. Triloff P. (2011): Verlustreduzierter Pflanzenschutz im Baumobstbau – Abdrift-minimierung und Effizienzsteigerung durch baumformabhängige Dosierung und optimierte Luftführung. *Rozprawa doktorska*, Uniwersytet Hohenheim, 351 s., ISBN 978-3-86186-563-6, Ed. Ulrich E. Grauer, Stuttgart.
30. Trziszka T., Nowak Cz., Chyłek E. K. (2009): Bariery wprowadzenia do praktyki w sektorze rolno-spożywczym nowoczesnych technik i technologii. *Zagadnienia Doradztwa Rolniczego* 59(4), s. 33-54.
31. Wachowiak M. (2011): Technika stosowania środków ochrony roślin w uprawach polowych. *Kurier – Magazyn Bayer CropScience dla nowoczesnego Rolnika* ISSN 1731-8084, nr 1, s. 11-13.
32. Wiatrak A. P. (2009): Wyniki badań naukowych jako produkt rynkowy. *Zagadnienia Doradztwa Rolniczego* 59(4), s. 55-66.
33. Wolny S., Jaworski R. (2009): Transfer innowacji w zakresie ochrony roślin do praktyki rolniczej i ogrodniczej. *Prog. in Pl. Prot./Post. w Ochr. Roś.* 49(3), s. 1159-67.

ZBIGNIEW CZACZYK

**JAKOŚĆ ROZPYLENIA CIECZY JAKO ELEMENT DORADCZY DECYDUJĄCY O EFEKTYWNOŚCI I BEZPIECZEŃSTWIE OCHRONY ROŚLIN**

**Słowa kluczowe:** *doradztwo rolnicze, parametry pracy opryskiwacza, technika ochrony roślin, jakość rozpylenia cieczy użytkowej, bezpieczne stosowanie pestycydów, integrowana ochrona roślin*

STRESZCZENIE

Artykuł sygnalizuje mankamenty doradztwa w ochronie roślin z zakresu techniki tj.: doboru parametrów pracy opryskiwaczy, brak rzetelnych materiałów informacyjnych i szkoleniowych niezbędnych doradcy, instruktorowi i operatorowi. Wskazano istotę i znaczenie właściwego doboru rozpylaczy oraz parametrów ich pracy, jako elementu odpowiedzialnego za skuteczność chemicznej ochrony, bezpieczeństwo środowiska i żywności. Wysoce wskazane jest skoordynowanie działań w tym kierunku, w celu poprawy sytuacji w tym zakresie oraz ułatwienia odpowiedzialnej pracy doradców i operatorów opryskiwaczy rolniczych. Pilną potrzebą, oczekiwaną przez praktykę, jest szybkie opracowanie przystępnych instrukcji, poradników i materiałów szkoleniowych.

ZBIGNIEW CZACZYK

**SPRAYING CHARACTERISTICS AS ADVISING FACTOR, INFLUENCED EFFECTIVENESS AND SAFETY OF PLANT PROTECTION**

**Key words:** *agricultural advising, sprayer working parameters, plant protection technique, spraying quality, safety of pesticides use, integrated crop protection*

SUMMARY

The article indicates shortcomings of advising in the protection of plants in the scope of technique such as: selection of operating parameters for sprayers, lack of reliable information and training materials which are necessary for adviser, instructor and operator. The importance of proper nozzles selection and their working parameters was indicated, as the element responsible for the efficiency of chemical protection and safety of the environment and food. It is highly recommended to coordinate activities in this direction to improve the situation in this area, and to facilitate the responsible work of advisers and operators of agricultural sprayers. The urgent need, expected by the practice, is early preparation of the accessible instructions, guidebooks and training materials.

e-mail: [czaczykz@up.poznan.pl](mailto:czaczykz@up.poznan.pl)