

PUNKTY KRYTYCZNE W ZABIEGU OCHRONY ROŚLIN

Józef Sawa

Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Streszczenie. W pracy przedstawiono wyniki badań czynności występujących w zabiegach ochrony roślin, mogących wpływać na jakość wykonania zabiegów. Do tych czynności zaliczono: magazynowanie środków ochrony roślin, dobór parametrów pracy opryskiwacza, przygotowanie cieczy roboczej, proces wykonania opryskiwania, postępowanie z pozostałością roztworu cieczy lub środka ochrony roślin. Zwrócono uwagę na precyzję wykonania czynności i wyznaczono wskaźnik zdatowności ogólnej (C_p), który określa proces zabiegu ochrony roślin jako niezdatny, dla obecnie przyjętych wymagań jakościowych i rozpylaczy rolniczych stosowanych w badaniach.

Słowa kluczowe: ochrona roślin, zdatowność procesu, precyzja wykonania czynności, punkt krytyczny

WSTĘP

Ochrona roślin uprawnych przed organizmami szkodliwymi lub konkurencyjnymi ma miejsce od chwili rozpoczęcia uprawy tych roślin. Jednak możliwości ochrony upraw przed tymi zagrożeniami są ciągle ograniczone. Wdrożone z ogromnymi nadziejami w latach 50. XX w. metody chemicznej ochrony roślin już wkrótce poddano ostrej krytyce, głównie z powodu zagrożeń stwarzanych dla człowieka i środowiska naturalnego. Brak odpowiedniej wiedzy, sprzętu technicznego, a przede wszystkim nieodpowiedzialność człowieka mogą stanowić zagrożenia zarówno dla samych producentów (rolników), jak i dla konsumentów produktów rolniczych oraz dla środowiska naturalnego. Dotychczas każde z tych zagrożeń było oceniane indywidualnie, co ograniczało szacowanie ryzyka występującego w procesie ochrony roślin. Obecnie w szeregu państw, a także w Polsce, podejmowane są próby kompleksowego uregulowania zasad postępowania przy wykonywaniu zabiegów ochrony roślin. Przykładem tych działań w UE jest Dyrektywa 2009/128/WE, ustanawiająca ramy wspólnotowego działania na rzecz zrównoważonego stosowania pestycydów, które określają zakres działań na rzecz

Adres do korespondencji – Corresponding author: Józef Sawa, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Katedra Eksploatacji Maszyn i Zarządzania Procesami Produkcyjnymi, ul. Głęboka 28, 20-612 Lublin, e-mail: jozef.sawa@up.lublin.pl

zmniejszenia zagrożeń dla człowieka i środowiska oraz upowszechnienia zasad integrowanej ochrony roślin.

POTRZEBY SYSTEMOWYCH ROZWIĄZAŃ W TECHNICE OCHRONY ROŚLIN

Wzrost świadomości ekologicznej oraz występowanie szeregu przyczyn (tab. 1) skłaniających do ciągłego poszukiwania naukowych i praktycznych rozwiązań w technice ochrony roślin powodują, że proces ten jest uważany za niosący zagrożenia dla człowieka i środowiska naturalnego. Należy liczyć się z faktem, że coraz częściej konsumenci (także przemysł rolno-spożywczy) będą żądali uwiarygodnienia metod produkcji, a producenci żywności będą musieli wykazać, że w prowadzonym procesie produkcji rolniczej takie metody opanowali, wdrożyli i konsekwentnie stosują. Proponowanym rozwiązaniem jest wdrożenie do procesów produkcyjnych zrównoważonych systemów zarządzania, do których jest także zaliczana produkcja integrowana i dobra praktyka w ochronie roślin.

Tabela 1. Główne przyczyny poszukiwania alternatywnych metod ochrony roślin
Table 1. The main reasons for searching for alternative methods of plant protection

Lp. No.	Przyczyny – Reasons
1.	Nie zawsze poznane oddziaływanie pozostałości środków ochrony roślin It is not always understood the impact of pesticide residues
2.	Rosnące koszty stosowania chemicznych metod ochrony roślin Increasing cost of chemical plant protection methods
3.	Brak selektywności wielu pestycydów No selectivity of many pesticides
4.	Rozwój odporności i pojawianie się nowych gatunków agrofagów The development immunity and the emergence of new species of pests
5.	Zagrożenia dla organizmów pożytecznych i środowiska naturalnego Risks to beneficial organisms and the environment
6.	Rosnące koszty uzyskania nowych środków ochrony roślin Increasing cost of new plant protection products
7.	Zagrożenia występujące w czasie produkcji, transportu i stosowania pestycydów Risks occur over time production, transportation and use of pesticides
8.	Wysokie koszty produkcji surowców rolniczych uzyskiwanych w technologiach „ekologicznych” The high cost of production of agricultural raw materials obtained in ecological technologies
9.	Antypestycydowe ustawodawstwo Anti-pesticide legislation
10.	Czynniki psychologiczne i polityczne Psychological and political factors

Źródło: Pruszyński 1998; Wysocki 1996

Proponowane nowe zasady (dobre praktyki) ochrony roślin (tab. 2) mają odpowiedzieć na pytania: czy; kiedy; i jak stosować środki ochrony roślin, ale w dalszym ciągu działania nie są auditem jakości, gdyż mają charakter kontrolno-nakazowy. Przez audit

jakości należy rozumieć systematyczne, planowe i niezależne działania prowadzone w określonych obszarach lub funkcjach dla stwierdzenia czy zaplanowane wcześniej ustalenia są realizowane w sposób pozwalający na osiągnięcie stawianych celów.

Tabela 2. Zasady dobrej praktyki ochrony roślin (DPOR)
Table 2. The principles of good plant protection practice (DPOR)

Lp. No.	Zasady – Principles
1.	Wykorzystanie czynników poprawnej agrotechniki – dobra praktyka rolnicza (DPR) i agrotechnicznych metod zwalczania agrofagów Correct use of the agricultural technology factors – good agricultural practice
2.	Dostosowanie metod doboru pestycydów do składu gatunkowego miejscowych agrofagów i progów szkodliwości Adapting the methods of selection of pesticides to local pests and harmful thresholds
3.	Stosowanie pestycydów zgodnie z zakresem rejestracji Use of pesticides in accordance with the scope of registration
4.	Racjonalny wybór składnika czynnego i formy użytkowej pestycydu The rational choice of the active ingredient pesticide
5.	Zachowanie dawki i objętości pestycydu w ramach górnego i dolnego poziomu tolerancji (zapewnienie zdatności procesu zabiegu ochrony roślin) The behavior of the pesticide dose and the volume within the upper and lower level of tolerance
6.	Zachowanie optymalnej liczby zabiegów, terminów i częstotliwości ich wykonania The behavior of the optimal numbers of applications
7.	Dysponowanie sprawnym technicznie sprzętem do ochrony roślin The use of the technically proper plant protection equipment
8.	Stosowanie integrowanych programów ochrony roślin The application of integrated crop protection programs
9.	Przestrzeganie zasad określonych w warunkach rejestracji pestycydów w celu ograniczenia niepożądanych skutków ubocznych Compliance with the rules laid down in the conditions of registration of pesticides in order to reduce undesirable side effects
10.	Przestrzeganie przepisów opracowanych przez agencje rządowe w celu zapewnienia bezpieczeństwa dla ludzi i środowiska Compliance with the rules developed by government agencies in order to ensure safety of people and the environment

Źródło: Lipa i Bratkowski 1996

W przypadku zabiegów ochrony roślin celami tymi jest zrównoważone stosowanie pestycydów, z zasady uzyskiwane poprzez wdrażanie metod integrowanej ochrony roślin, umożliwiających optymalizację ochrony roślin dla potrzeb ogólnogospodarczych, społecznych i środowiskowych człowieka [Zaliwski 2006]. Należy jednak

stwierdzić, że przyjęte ustalenia będą skuteczne, jeżeli będą miały charakter działań systemowych, a więc będą pozostawały w stosunku do siebie w określonym i możliwym do opisanie związku. Względy praktyczne, podobnie jak w systemie HACCP sugerują, aby w zabiegach ochrony roślin zwrócić szczególną uwagę na czynności krytyczne, w których błędy wykonania nie będą naprawione w czynnościach następnym i tym samym mogą uniemożliwić wdrażanie metod integrowanych.

CEL I ZAKRES

Celem pracy jest wskazanie czynności ryzyka w zabiegu ochrony roślin, które decydują o jakości wykonania zabiegu, bezpieczeństwie pracy oraz mogących wpływać na zagrożenia ekologiczne, a tym samym ograniczać możliwości wdrożenia zrównoważonego stosowania pestycydów, zalecanego w Dyrektywie 2009/128/WE. Wyznaczono podstawowe czynności w zabiegu ochrony roślin lub czynności temu zabiegowi towarzyszące (zakup lub transport pestycydów) i wyznaczono czynności krytyczne, które mogą mieć decydujący wpływ na zrównoważenie procesu, Badania natężenia wypływu z rozpylaczy wykonano w UP Lublin a następnie pomiar powtórzono w akredytowanym laboratorium Centralnej Stacji Rolniczej CRA-W Gembloux, Belgia.

METODA BADAŃ

Do oceny krytycznych czynności w zabiegu ochrony roślin przyjęto dwa parametry, z których jeden dotyczył precyzji wykonania czynności a drugi zdatności procesu. Precyzja wykonania czynności obejmuje dwa pojęcia: powtarzalność i odtwarzalność gdzie [Huyghebaert i Planchon 2009]:

- powtarzalność (r) – jest to zmienność dla danego pomiaru, nastawionego kilka razy przez tego samego operatora w krótkim okresie czasu,
- odtwarzalność (R) – jest to zmienność dla danego pomiaru nastawionego kilka razy przez różnych operatorów w długim okresie czasu.

Ocenę zdatności procesu ochrony roślin określano w odniesieniu do pracy rozpylaczy rolniczych z uwagi na ich wiodącą rolę w zapewnieniu jakości oprysku. Miarą zdatności jakościowej procesu są dwa współczynniki: C_{pk} – wycentrowania procesu oraz C_p – wyrażający ogólną zdatność jakościową procesu. W pracy podano współczynnik C_p , gdyż wykonane badania wstępne wykazały, że nawet ogólna zdatność procesu ochrony roślin nie jest spełniana, przy obecnie stosowanych standardowych rozpylaczach rolniczych, nawet w przypadku pozytywnej oceny pracy rozpylaczy zamontowanych na belce polowej opryskiwacza (ocena wg współczynnika nierównomierności opadu cieczy – CV). Wyniki badań odnoszono do wymagań ustawowych dla rozpylaczy rolniczych (średnie natężenie wypływu i dopuszczalna tolerancja) [Dz. U. nr 121 z 2001 r.].

Ogólną zdatność jakościową procesu (C_p), wskazującą ile razy tolerancja naturalna równa 6σ mieści się w zakresie pola tolerancji technicznej: obliczono na podstawie zależności (1) [Zalewski 1998].

$$C_p = (TG - TD) \cdot 6\sigma^{-1} \quad (1)$$

gdzie:

- TG – tolerancja górna,
- TD – tolerancja dolna,
- (TG – TD) – pole tolerancji technicznej,
- σ – odchylenie standardowe.

Oceny zdadności jakości wykonania zabiegu ochrony roślin (C_p) wykonano dla dwóch zestawów rozpylaczy nowych (CV 4,1 i 5,84) oraz jednego zestawu rozpylaczy zużytych (CV 13,45)

WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

Zdatność procesu to zdolność do spełnienia określonych wymagań jakościowych, która umożliwia nadzorowanie jego przebiegu [Zalewski 1998]. Za czynności krytyczne, po uwzględnieniu wyników badań Parafiniuka [2013] oraz Sawa [2009] wybrano te, które mogą wpływać na zmniejszenie precyzji i ograniczać zdatności procesu ochrony roślin uznano [Parafiniuk 2013; Sawa 2009]:

- magazynowanie środków ochrony roślin,
- dobór parametrów pracy opryskiwacza,
- przygotowanie cieczy roboczej,
- proces wykonanie opryskiwania,
- postępowanie z pozostałością roztworu cieczy lub środka ochrony roślin,

Trzy pierwsze ww. czynności są w znacznym stopniu zależne od osób wykonujących zabieg ochrony roślin ich predyspozycji i doświadczenia w zakresie realizacji procesu pracy opryskiwaczem rolniczym i czynności związanych np. zakup pestycydów. W tym przypadku jest ważnym dotrzymanie precyzji w wykonaniu czynności, do których jako czynności powtarzalnych (r) i odtwarzalnych (R) można zaliczyć odpowiednio: dbałość o miejsce składowania pestycydów, przygotowania roztworu cieczy roboczej, zachowanie precyzji nastaw parametrów jego pracy. W ochronie roślin czynności te są powtarzane przez pracownika (operatora) dla jednego zabiegu w krótkim okresie czasu, ale są odtwarzane, niekiedy przez innych pracowników w okresie trwania procesu produkcyjnego.

Czynniki te wpływają na zmienność procesu, która jest kształtowana zarówno zmiennością systematyczną, jak i całkowicie przypadkowymi momentami prawidłowej pracy, np. chwilowa poprawa precyzji procesu, bez tendencji utrzymania tego stanu w dłuższym czasie. Wyeliminowanie źródeł zmienności należy rozpocząć od zmienności przypadkowych, które w zabiegach ochrony roślin mogą być powodowane między innymi: niedyspozycją operatora, niewłaściwym umocowaniem rozpylacza, sposobem nastawienia parametrów pracy maszyny itp. Dopiero następnie należy przystąpić do usuwania zmienności stałych (systematycznych), które mogą być wywołane na przykład: zużyciem rozpylacza. Po usunięciu przyczyn zmienności, uzyskujemy stan charakteryzujący się stabilnością procesu w czasie. Problem precyzji wykonania czynności w zabiegach ochrony roślin (tab. 3) był badany w Centralnej Stacji Rolniczej CRA-W

Gembloux w Belgii. Przyjęto, że pozytywny wynik oceny powtarzalności (r) i odtwarzalności (R) to poziom poniżej 0,50%. Z analizy uzyskanych wyników badań szczególnie odtwarzalność założonych nastaw jest procesem trudnym do opanowania, a tym samym ograniczającym uzyskanie zadowalających wyników oceny stanu technicznego belki polowej.

Tabela 3. Powtarzalność i odtwarzalność nastaw parametrów pracy w opryskiwaczach rolniczych w latach badań
Table 3. Repeatability and reproducibility of works parameters of agricultural sprayers in the course of time

	2002	2003	2004	2005	2005	2006
Liczba operatorów Operator numbers	3	4	7	3	3	3
Liczba pomiarów Number of measurements	142	192	112	48	48	48
Średnio, % CV Mean, % CV	7,17	7,49	7,22	7,50	7,47	7,56
Odchylenie standardowe, % Std. dev., %	1,46	2,02	1,84	2,51	2,41	2,61
Powtarzalność – r , % Repeatability – r , %	1,00	0,36	0,41	0,28	0,33	0,39
Odtwarzalność – R , % Reproducibility – R , %	1,23	0,44	1,28	0,78	1,31	1,41

Źródło: Huyghebaert i Planchon 2009

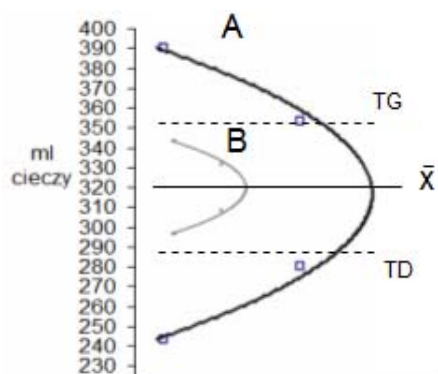
Proces wykonania oprysku jest także związany z precyzją wykonania występujących w nim czynności, ale o jakości aplikacji pestycydów decyduje stabilność parametrów pracy agregatu maszynowego (ciągnika i opryskiwacza), w szczególności praca stosowanych rozpylaczy, mocowanych na belce polowej opryskiwacza. Ocena pracy belki polowej jest dokonywana przy zastosowaniu tzw. stołów rowkowych, umożliwiających określenie współczynnika zmienności (CV), dla opadu kropel cieczy, formowanych przez końcówki rozpylające.

Ustawowo przyjęto, że współczynnik CV nie może przekraczać 10%, co powinno zapewnić równomierny rozkład rozpylonej cieczy na opryskiwanej powierzchni. Z kolei ocena zdadności tego procesu (tab. 4) wykazuje, że wskaźnik C_p nie osiąga minimalnie oczekiwanej wartości $C_p > 1$ (na ogół wymaga się, aby jego wartość wynosiła powyżej 1,33), i proces ten w oczywisty sposób jest oceniany jako niezdolny. W badanych przypadkach wartość C_p wynosiła poniżej 1,0, gdyż tolerancja naturalna (6σ) przekraczała pole tolerancji technicznej (różnica pomiędzy tolerancją górną i tolerancją dolną). Uzyskanie najwyższego współczynnika na poziomie $C_p = 0,73$ przy CV 4,1 dla nowych rozpylaczy (rys. 1), wskazuje na fakt nie spełnienia wymagań jakościowych i opanowa-

nia procesu pracy opryskiwacza nawet przy rozpylaczach uznawanych za dobre. Zakres tych różnic zobrazowano na rysunku 1, gdzie krzywa A wyznacza obszar, który znacznie przekracza obszar wyznaczony przez krzywą B. Krzywa B wyraża przebieg procesu, w którym zachowano 25% margines bezpieczeństwa, zapewniającego minimalne wymagania jakościowe procesu.

Tabela 4. Ocena zdadności procesu oprysku dla rozpylaczy szczelinowych
Table 4. Evaluation of flat fan nozzles serviceable work

Rozpylacze o kącie i natężeniu wypływu Nozzles angle and intensity of outflow	Wyniki z wykonanych ocen zdadności procesu oprysku dla rozpylaczy szczelinowych Results from successive measurements		
	(-) 110 04 (nowy)	(-) 110 03 (nowy)	(-)110 04 (zużyty)
Liczba rozpylaczy na belce polowej Number of tested nozzles	24	24	24
Liczba naczyń miarowych (rynienek) podlegających ocenie Number of vessels measuring (troughs) to be evaluated	95	95	95
Ilość cieczy w naczyniach miarowych – wartość średnia, ml The amount of liquid in the vessels (average, ml)	320,81	273,13	335,76
Odchylenie standardowe, ml, (σ) Standard deviation, ml (σ)	14,16	17,24	45,16
Współczynnik zmienności CV, % Coefficient of variation CV, %	4,1	5,84	13,45
Uzyskana tolerancja naturalna dla badanych rozpylaczy, ml = 6σ Resultant natural tolerance for the test nozzles, ml = 6σ	87,6	103,4	270,9
Ilość ml cieczy w naczyniach określona dla ilości cieczy +/-10% wartości średniej: The amount of liquid in vessels ml for the amount of liquid +/-10% of the average:			
TG – tolerancja górna (+) TG – upper tolerance (+)	352,81	300,44	369,34
TD – tolerancja dolna (-) TD – bottom tolerance (-)	288,71	245,82	302,19
(TG – TD) – pole tolerancji technicznej (TG – TD) – tolerance difference	64,1	54,62	67,15
Perspektywiczna zdolność spełniania wymagań jakościowych Cp, (min. wg systemów jakości Cp > 1,3), gdy max. CV = 10% Perspective capacity of fulfilling quality requirements Cp, (min. Cp > 1.3), for CV = 10%	0,73	0,52	0,24



Rys. 1. Zdatości procesu oprysku uzyskiwana badanymi rozpylaczami szczelinowymi 110 04, przy $CV = 4,10\%$ i $Cp = 0,73$. Krzywa A – zdatość procesu poza kontrolą oraz krzywa B – teoretyczny przebieg procesu pod kontrolą. TG – tolerancja górna; TD – tolerancja dolna; \bar{x} – średnia ilość cieczy w menzurkach

Fig. 1. Coefficient – serviceable of spraying process, got studied (table 4) flat fan nozzles work 110 04, when $CV = 4,10$, but $Cp = 0,73$, serviceable of process beyond control – A and under control – B. TG – upper tolerance; TD – lower tolerance; \bar{x} – the average amount of liquid in vessels

Za czynność krytyczną w zabiegu ochrony roślin uznano także sposób postępowania z pozostałością roztworu cieczy opryskowej po zabiegu lub środka ochrony roślin. W tym przypadku uznano za dyskusyjne zalecenie, że pozostałości cieczy opryskowej w zbiorniku opryskiwacza (możliwe do wystąpienia z powodu nieprecyzyjnej kalibracji opryskiwacza lub jej braku a także zmiany warunków oprysku) będą rozcieńczone i dodatkowo rozpylone na chronionej uprawie. Natomiast zalecane sposoby zagospodarowania przeterminowanych środków ochrony roślin ciągle nie jest przestrzegane, z uwagi na koszty utylizacji tych środków. Środki są przetrzymywane w gospodarstwach a opakowania często palone.

PODSUMOWANIE

Wymagania jakościowe określają pewien margines bezpieczeństwa w kształtowaniu się zmienności procesu, który w badanym przypadku musi uwzględniać zakres tolerancji dostosowany do technicznych parametrów pracy rozpylaczy stosowanych w rolnictwie – zmienności systematyczne. Ale przede wszystkim należy dążyć do wyeliminowania zmienności przypadkowych, które są związane z np. powtarzalnością i odtwarzalnością nastaw parametrów pracy w opryskiwaczach rolniczych lub sposobem wykonania czynności przygotowawczych.

W systemach zarządzania jakością przyjmuje się, że zdatość procesu powinna mieć przynajmniej 25% margines bezpieczeństwa czyli przy $Cp = 1,33$ i są to wymagania niemożliwe do spełnienia, przez obecnie stosowane rozpylacze rolnicze. Wyniki tych badań wskazują, że obecnie przyjęte parametry technicznej oceny jakości pracy rozpy-

laczy rolniczych nie uwzględniają specyfiki tego procesu, a stosowane rozpylacze rolnicze są dalekie od doskonałości. Dla potwierdzenia tych spostrzeżeń konieczne jest kontynuowanie badań w tym zakresie.

PIŚMIENNICTWO

- Dz. U. nr 121 poz. 1303 z 2001 r. Rozp. w sprawie wymagań technicznych dla opryskiwaczy.
Dyrektywa 2009/128/WE z 21.10.2009 ustanawiająca ramy wspólnotowego działania na rzecz zrównoważonego stosowania pestycydów. Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej L 309/71
Huyghebaert B. Planchon V., 2009. Repeatability and intra-lab reproducibility of the nozzles spray pattern measurement. IV International Scientific Symposium. Farm Machinery and Process Management in Sustainable Agriculture. Lublin, Poland, 19–20 November, 35–36.
Lipa J.J., Bratkowski J., 1996. Dobra praktyka ochrony roślin: rekomendacja EPPO. Progress in plant protection/ Postępy w ochronie roślin, 36 (1).
Parafiniuk S., 2013. Konwersja wyników badań pojedynczych rozpylaczy do identyfikacji pracy belki polowej opryskiwacza. Libropolis rozprawy naukowe ISBN 978-63761-16-5. Lublin 2013.
Pruszyński St., 1998. Tendencje i niechemiczne metody w ochronie roślin. Materiały konferencyjne pt. "Zagadnienia ochrony roślin w aspekcie rolnictwa integrowanego i ekologicznego" Puławy.
Wysoki M., 1996. Problems and trends of agricultural entomology at the end of the 2 nd Millennium, Proc. XX Intern. Congress of Entomology, Florence: XXXIX-XLIV.
Sawa J., 2009. Risk assessment of the performance of plant protection. TEKA Kom. Mot. Energ. Roln. – OL PAN, 9, 277–284.
Zalewski R., 1998. Zarządzanie jakością w zakładach przetwórstwa rolno-spożywczego. Dom Organizatora TNOiK Toruń.
Zaliwski A.S., 2006. Integrowana ochrona roślin. System doradztwa w zakresie zrównoważonej produkcji roślinnej. IUNG-PIB Puławy.

CRITICAL PROCESS POINTS OF PLANT PROTECTION

Abstract. This paper presents results of research on the actions occurring in plant protection treatments that can affect the quality of treatments. These actions include: – storage of plant protection products – the choice of the operating parameters of the sprayer, – preparation of working liquid – a process execution spray – proceeding with the remainder of the liquid solution or pesticide residues. Attention was drawn to precision of execution actions and determined the overall suitability index (Cp), which defines the process of treatment plant protection products as unsuitable for the presently accepted quality requirements and construction currently used agricultural nozzle.

Key words: plant protection, the suitability of the process, precision actions, a critical process point