

ZDATNOŚĆ PROCESU WYKONANIA ZABIEGU OCHRONY ROŚLIN OPRYSKIWACZAMI POLOWYMI

Józef Sawa, Stanisław Parafiniuk

Katedra Eksploatacji Maszyn i Zarządzania w Inżynierii Rolniczej, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Joanna Tarasińska

Katedra Zastosowań Matematyki, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Bruno Huyghebaert

Walloon Agricultural Research Centre - Gembloux, Belgia

Streszczenie. Omówiono zdatność procesu pracy opryskiwaczem rolniczym w odniesieniu zachowania nastaw parametrów jego pracy jako czynności powtarzalnej (r) i możliwości odtworzenia (R) tych nastaw. Oceniano również czy wyniki badań uzyskane na stole rowkowym w czasie oceny stany technicznego belki polowej opryskiwacza, mogącą być odzwierciedleniem zdatności tego procesu oceny w odniesieniu do wymagań jakościowych (określonych w Systemach Zarządzania Jakością). Ponadto badano wpływ zmian przypadkowych na zdolność odtwarzania wyników badań, przy założonych technicznych parametrach oprysku.

Słowa kluczowe: opryskiwacz polowy, badania okresowe opryskiwaczy, zabieg ochrony roślin, zdatność procesu

Wprowadzenie

Technika ochrony roślin jest jednym z zabiegów, który ma cechy rolnictwa precyzyjnego [Doruchowski 2008]. Stosowanie pestycydów zawsze budziło ogromne, ale jeszcze ciągle nie spełnione nadzieje co do skuteczności i sprawności gospodarowania w rolnictwie [Sawa, Huyghebaert 2009]. W przekonaniu specjalistów poprawna agrotechnika i ochrona roślin przy obecnym genotypie roślin pozwalają na uzyskanie około 60% potencjalnego ich plonu. Ograniczenia te są powodowane trudnościami w opanowaniu (zdatność) procesów produkcji rolniczej w tym ich oceny. Zdatność procesu to zdolność do spełnienia wymagań jakościowych, która umożliwia nadzorowanie jego przebiegu [Zalewski 1998].

Warunkiem niezbędnym dla oceny zdatności procesu jest dostęp do informacji dotyczących: doboru urządzeń produkcyjnych, przebiegu procesów technologicznych, charakteru procesu pracy w tym czy jest on oparty o sprawdzony, przeszkolony i zweryfikowany zespół ludzki, który ma do dyspozycji wszystkie niezbędne środki, w tymi środki techniczne, warunkujące realizację założonego celu [Rzeźnicki 2009; Hołownicki 2009]. 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 okresie czasu.

Wylimitowanie 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. 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.

Cel pracy

Celem pracy było zbadanie czy istnieje zależność pomiędzy nastawami parametrów pracy opryskiwacza i uzyskanych powtarzalności i odtwarzalności tych nastaw, biorąc pod uwagę zmienności przypadkowe tj. zmienność operatorów. Ponadto badano czy wyniki uzyskane w czasie badań belki polowej nad stołem rowkowym mogą posłużyć do oceny jakości i zdatności procesu badania rozpylacza i zarazem pozwalają sprawdzić czy proces ten jest opanowany i możliwe jest jednoznaczne określenie występujących zmiennych stałych w tym procesie badania.

Metoda

Do oceny zdatności procesu pracy opryskiwaczy rolniczych przyjęto następujące pomiary:

1. Ocena powtarzalności (r) i odtwarzalności (R) nastaw parametrów pracy opryskiwacza,
2. Ocena zdatności procesu oprysku przez określenie pomiędzy uzyskanymi średnimi natężenia wypływu cieczy z rozpylacza a górna i dolna tolerancją techniczną określoną w wymaganiach ustawowych [Dz. U. Nr 121 z 2001r.].
Powtarzalność i odtwarzalność nastaw pracy opryskiwaczy analizowano w badaniach laboratoryjnych prowadzonych w CRA-W Gembloux Belgia przyjmując:
 - 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.

Dla oceny zdolności procesu oprysku przyjęto wartości liczbowe odchylenia standardowego w odniesieniu do zakresu tolerancji technicznej. Miarą zdatności jakościowej procesu są dwa współczynniki: C_{pk} i C_p . Pierwszy z nich, C_{pk} określa wycentrowanie procesu (w pracy nie uwzględniony). C_p określa ogólną zdatność jakościową procesu; wskazują ile razy tolerancja naturalna równa 6σ mieści się w zakresie tolerancji technicznej; oblicza się ją na podstawie zależności (1).

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

gdzie:

- TG – tolerancja górna i dolna,
TD – tolerancja dolna,
 σ – odchylenie standardowe.

Wyniki

Materiałem badawczym (tabela 1) były wyniki uzyskane w czasie oceny parametrów nastaw opryskiwaczy polowych wykonywanych przez różnych operatorów opryskiwaczy w latach 2002-2006, badania te prowadzono w CRA-W Gembloux (Belgia).

Tabela 1. Powtarzalność i odtwarzalność nastaw parametrów pracy w opryskiwaczach rolniczych w latach badań

Table 1. Repeatability and reproducibility of settings of work parameters in agricultural sprayers in years of tests

Wyszczególnienie	Lata					
	2002	2003	2004	2005 (1)	2005 (2)	2006
Liczba operatorów	3	4	7	3	3	3
Liczba pomiarów	142	192	112	48	48	48
Średnio [%] CV	7,17	7,49	7,22	7,50	7,47	7,56
Odchylenie standardowe [%]	1,46	2,02	1,84	2,51	2,41	2,61
Powtarzalność– r [%]	1,00	0,36	0,41	0,28	0,33	0,39
Odtwarzalność– R [%]	1,23	0,44	1,28	0,78	1,31	1,41

Źródło: [Huyghebaert, Planchon 2009]

Ocenie podano w zależności od lat wykonywanych badań od 3 do 7 operatorów opryskiwaczy rolniczych, przeprowadzono od 48 do 142 pomiarów. Uzyskany współczynnik zmienności rozkładu poprzecznego rozpylonej cieczy jest podobny dla wszystkich pomiarów i wynosi od 7,17 do 7,56%. Odchylenie standardowe uzyskanych wyników waha się w przedziale od 1,46% do 2,61%. Powtarzalność (r), uzyskanych wyników w latach 2003r. do 2006 r. była na poziomie od 0,28% do 0,41% co uznaje się za dobry wynik oceny, jedynie w pierwszym roku badania tj 2002 powtarzalność ta była na poziomie 1,00%. Odtwarzalność (R) wahała się w przedziale od 0,44% do 1,41%. Przyjęto że pozytywny wynik oceny wielkości powtarzalności (r) i odtwarzalności (R) to poziom poniżej 0,50%. Jak widać z analizy uzyskanych wyników badań odtwarzalność założonych nastaw jest procesem trudnym i jeszcze nie opanowanym, a tym samym ograniczającym uzyskanie zadowalających wyników oceny stanu technicznego belki polowej.

Ocenę stanu technicznego rozpylaczy zamontowanych na belce polowej opryskiwacza można dokonać poprzez pomiar natężania wypływu cieczy z poszczególnego rozpylacza jaki i też pomiar opady rozpylonej cieczy przy użyciu stołu rowkowego tzw. ręcznego lub elektronicznego z rozstawem rowków co 100 mm. W tabeli 2 zestawiono wyniki uzyskane w trakcie badań stanu technicznego belki polowej z zamontowanymi 24 rozpylaczami.

Opad rozpylonej cieczy był zbierany do naczyń miarowych na stacjonarnym stole rowkowym z rowkami o rozstawie 100 mm i wizualnym odczytem zgromadzonej cieczy w naczyniach miarowych. Ocenie podano trzy komplety rozpylaczy szczelinowych typu 110 03. Badani były prowadzone w UP Lublin. Do oceny posłużyły wyniki zebrane z 95 naczyń miarowych stołu rowkowego. Wartości uzyskane ze skrajnych rozpylaczy odrzucono.

Tabela 2. Ocena zdadności procesu oprysku dla rozpylaczy szczelinowych typu 11003
 Table 2. Evaluation of the usability of the spraying process for slotted sprayers, type 11003

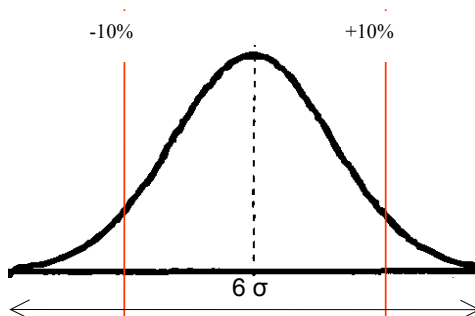
Wyszczególnienie	Wyniki z wykonanych ocen zdadności procesu oprysku dla rozpylaczy szczelinowych typu 110 03		
	1	2	3
Kolejność pomiaru	1	2	3
Liczba rozpylaczy na belce polowej	24	24	24
Liczba naczyń miarowych (rynienek) podlegających ocenie	95	95	95
Ilość cieczy w naczyniach miarowych – wartość średnia (ml)	273,13	268,42	204,73
Odchylenie standardowe ml, (σ) współczynnik zmienności CV [%]	15,96 5,8	17,30 6,4	19,29 9,4
Uzyskana tolerancja techniczna dla badanych rozpylaczy, ml = 6σ	95,76	103,80	115,74
Ilość ml cieczy w naczyniach określona dla ilości cieczy +/-10% wartości średniej: TG tolerancja górna (+) TD tolerancja dolna (-)	300,4 245,8	295,2 241,6	225,2 184,3
Ilość ml cieczy w naczyniach określona dla ilości cieczy +/-20% wartości średniej: TG tolerancja górna (+) TD tolerancja dolna (-)	327,7 218,5	322,0 214,8	245,7 163,8
Perspektywiczna zdolność spełniania wymagań jakościowych C_p , (min. wg systemów jakości $C_p > 1,3$) Dla CV = 10% Dla CV = 20%	0,57 1,14	0,52 1,03	0,35 0,70

źródło: Opracowanie własne

Wartość średnia ilości cieczy zebranej w naczyniach miarowych była różna dla każdego zestawu badanych rozpylaczy szczelinowych. Charakteryzowały się również zróżnicowaną wielkością odchylenia standardowego, która wynosiła odpowiednio 15,96; 17,30; 19,29. Współczynnik zmienności CV rozkładu poprzecznego rozpylonej cieczy był również zmienny, ale mieścił się w dopuszczalnej granicy 10% przyjętej w metodyce oceny stanu technicznego opryskiwaczy polowych i wynosił odpowiednio 5,80%; 6,40%; 9,40% dla poszczególnych zestawów badanych rozpylaczy szczelinowych. Aby określić perspektywiczną zdolność spełnienia wymagań jakościowych C_p założono dwa poziomy tolerancji odchylenia od wielkości średniej. Przyjęto tolerancję górną (TG) i dolną (TD) dla odchyłki (+/- 10%) i (+/- 20%), od uzyskanego średniego poziomu cieczy w naczyniach pomiarowych stołu rowkowego.

Obliczony wskaźnik wymogów jakościowy C_p dla 10% współczynnika zmienności CV=10% w każdym z trzech przypadków był na niskim poziomie i wynosił odpowiednio: 0,57; 0,52; 0,35. Dla współczynnika zmienności CV = 20%, wskaźnik C_p był dwukrotnie większy i wynosił 1,14; 1,03; 0,70, jednakże z punktu widzenia wymogów jakościowych, określających zdadność procesu wskaźnik C_p jest niezadowalający. $C_p < 1$ oznacza, że zmienność procesu jest większa od zakresu tolerancji, a proces jest niezdatny do spełnienia oczekiwań jakościowych. Dopiero $C_p > 1,3$ oznacza, że proces jest ustabilizowany i są speł-

nione pewne granice bezpieczeństwa (25%), tym większe, im większy współczynnik C_p . $C_p=2$ oznacza, że w zakresie tolerancji technicznej mieści się dwukrotnie tolerancja naturalna, czyli jego szerokość jest równa 12σ . Jeśli proces jest wycentrowany (C_{pk}), wówczas margines bezpieczeństwa wynosi 3σ z prawej i lewej strony. Rozkład normalny uzyskanych wyników (rysunek 1) badań nie mieści się w przedziale wyznaczonym granicami górnej i dolnej na poziomie 10%.



Rys. 1. Współczynnik – zdatności procesu oprysku uzyskiwany badanymi (tabela 2) rozpylaczami szczelinowymi, gdy $CV = 5,84\%$, ale $C_p = 0,57$ zdatność procesu poza kontrolą

Fig. 1. Coefficient of usability of the spraying process obtained by means of tested slotted sprayers (Table 2), when $CV = 5.84\%$, but $C_p = 0.57$, the usability of the process is out of control

Podsumowanie

Przeprowadzone badania miały na celu zwrócenie uwagi na potrzebę wdrażania do praktyki rolniczej kryteriów oceny zapewniających uzyskanie jednoznacznych, powtarzalnych, ekologicznie bezpiecznych i praktycznie przydatnych wyników badań opryskiwaczy. 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 wyeliminować zmienności przypadkowych, które są związane z np. powtarzalnością i odtwarzalnością nastaw parametrów pracy w opryskiwaczach rolniczych. Szczególnie problematyczne jest uzyskanie odtwarzalności parametrów pracy.

W systemach zarządzania jakością przyjmuje się, że zdatność procesu powinna mieć minimalny margines bezpieczeństwa, który z zasady wynosić 25% czyli $C_p = 1,33$. Uzyskanie współczynnika np. $C_p = 0.57$ przy $CV 5,8$ wskazuje na fakt nie spełnienia wymagań jakościowych i opanowania procesu pracy opryskiwacza. Wyniki tych badań sugerują także, że obecnie przyjęte parametry technicznej oceny jakości pracy rozpylaczy rolniczych nie uwzględniają specyfiki tego procesu, dlatego mogą budzić wątpliwości. Odnosi się to szczególnie do przyjętego zakresu współczynnika zmienności (CV do 10%) oraz obowiązujących parametrów dla zakresu tolerancji górnej i dolnej natężenia wypływu cieczy z rozpylacza (+/-15%) [Dz. U. nr 121 z 2001r.]. Dla potwierdzenia tych wstępnych spostrzeżeń badania będą kontynuowane.

Bibliografia

- Doruchowski G.** 2008. Postęp i nowe koncepcje w rolnictwie precyzyjnym. Inżynieria Rolnicza. Nr 9(107). s. 9-30.
- Holownicki R.** 2009. Wyzwania dla techniki ochrony w obliczu nowej dyrektywy o zrównoważonym stosowaniu pestycydów. VIII konferencja. Racjonalna Technika. Poznań 14-15 październik. s. 12-20.
- 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. s. 35-36.
- Rzeźnicki B.** 2009. Założenia do narodowego planu działania w celu osiągnięcia zrównoważonego stosowania pestycydów. VIII konferencja. Racjonalna Technika. Poznań 14-15 październik. s. 5-8.
- Sawa J. Huyghebaert B.** 2009. Plant protection risk assessment as ecological education factor. IV International Scientific Symposium. Farm Machinery and Process Management in Sustainable Agriculture. Lublin. Poland 19-20 November. s. 77-78
- Zalewski R.** 1998. Zarządzanie jakością w zakładach przetwórstwa rolno-spożywczego. Dom Organizatora TNOiK Toruń. Maszynopis.

Artykuł opracowany w ramach projektu pt. „Opracowanie metod i urzędzenia do kompleksowych badań jakości pracy rozpylaczy rolniczych oraz walidacja tych metod” realizowanego w ramach współpracy polsko-belgijskiej. Decyzja MNiSW NR 493/N-BELGIA/2009/0

USABILITY OF THE PROCESS OF PROTECTION OF PLANTS BY MEANS OF FIELD SPRAYING MACHINES

Abstract. The usability of the process of operation of the agricultural spraying machine was discussed with regard to the maintenance of settings of parameters of its operation as a repetitive activity (r) and the possibility of reconstruction (R) of these settings. It was also estimated whether results of tests obtained on the grooved table during the evaluation of the technical condition of the field beam of the spraying machine, could reflect the usability of this evaluation process for quality requirements (specified in the Quality Management Systems). In addition, the impact of accidental changes on the ability to reproduce results of tests was examined, with assumed technical parameters of spraying.

Key words: field spraying machine, field tests of spraying machines, plant protection treatment, usability of the process

Adres do korespondencji:

Józef Sawa; e-mail: jozef.sawa@up.lublin.pl
Katedra Eksploatacji Maszyn i Zarządzania w Inżynierii Rolniczej
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
ul. Głęboka 28
20-612 Lublin