

Koszalin, dnia 06.05.2017 r.

Dr hab. inż. Jerzy Chojnacki prof. nadzw.  
Politechnika Koszalińska  
Wydział Mechaniczny  
ul. Raławicka 15-17  
75-620 Koszalin

## RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. **Alaa Kamel Subr**  
pt.: *"Characteristics of flat fan nozzles spray to ensure sustainable use of pesticides on field crops"* (*Charakterystyka pracy rozpylaczy szczelinowych w ocenie zrównoważonego stosowania pestycydów w uprawach polowych*)

Promotor pracy doktorskiej: **prof. dr hab. inż. Józef SAWA** (UP Lublin)  
Promotor pomocniczy: **dr inż. Bruno HUYGHEBAERT** (CRA-W, Belgium)

Podstawa opracowania recenzji: pismo z dnia 30.03.2017 r. **prof. dr hab. inż. Andrzeja Marczyka** Dziekana Wydziału Inżynierii Produkcji Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie.

### Ogólna informacja dotycząca pracy

Recenzowana rozprawa doktorska mgr inż. **Alaa Kamel Subr**, o łącznej objętości 143 stron, składa się z 10 rozdziałów, zawierających 47 rysunków i 49 tabel. Ponadto, w końcowej części pracy zamieszczono "Appendices" (*Załączniki*) obejmujące na 11 stronach, w dziewięciu podstawowych grupach, załączniki zawierające wyniki pomiarów, wykresy i właściwości materiałów i środków chemicznych użytych w pracy. Rozdział 9 pracy doktorskiej, który jest zatytułowany "References" (*Literatura*), obejmuje 159 publikacji źródłowych, wśród których są książki, monografie, rozprawy, artykuły opublikowane w czasopismach naukowych, referaty zamieszczone w materiałach konferencyjnych, raporty z prac badawczych, materiały szkoleniowe, instrukcje, strony internetowe oraz dokumenty instytucji normalizacyjnych.

### Ocena tematyki, celu i zakresu rozprawy

Na jakość wykonywanych zabiegów ochrony roślin za pomocą opryskiwaczy oraz na bezpieczeństwo ich operatorów, a także na zapobieganie skażeniu środowiska naturalnego podczas zabiegów wykonywanych środkami ochrony roślin ogromny wpływ ma stan techniczny opryskiwaczy, a w szczególności stan techniczny zamontowanych w tym sprzęcie rozpylaczy. Zgodnie z wymaganiami prawnymi wynikającymi z Dyrektywy 128/WE 2009 kraje Unii Europejskiej wprowadziły obowiązek dokonywania badań technicznych opryskiwaczy. Według prawa zawartego w Dyrektywie, nowy opryskiwacz wymaga pierwszego przeglądu po 5 latach użytkowania od momentu zakupu, a następnie przegląd należy powtarzać co trzy lata. Dyrektywa 128/EC 2009 zaleca również wykonanie badań stanu technicznego rozpylaczy montowanych w opryskiwaczach rolniczych. Proponowane są dwie dopuszczalne metody, zawarte w normach: wcześniejszej EN 13790-1 (2003) i późniejszej ISO 16122-2 (2015). Metody te to: pomiar rozkładu poprzecznego osadzającej się rozpylanej cieczy za pomocą stołu rowkowego oraz pomiar natężenia wypływającej cieczy z rozpylaczy.

Konieczność przeglądu technicznego rozpylaczy wynika z faktu, że w procesie ich eksploatacji, na skutek przemieszczania się przez nie z dużą prędkością cieczy zawierającej środki chemiczne, często w postaci proszków, następuje zużycie i odkształcenie otworów

w rozpylaczach, powodujące wzrost natężenia wypływu cieczy, a w następstwie tego zmiany parametrów strugi kropel tworzonej przez rozpylacze. Zmiany parametrów strugi kropel, w wyniku zużycia rozpylaczy, mogą mieć wpływ na techniczną, biologiczną i ekonomiczną skuteczność zabiegu oraz na zdrowie ludzkie i środowisko naturalne. Zużycie eksploatacyjne rozpylaczy, które może doprowadzić do niekontrolowanej nadmiernej emisji pestycydów, było inspiracją do sformułowania tematu rozprawy doktorskiej.

Ponieważ przeprowadzenie badań na wszystkich typach rozpylaczy stosowanych w opryskiwaczach polowych, ze względu na ich ogromną liczbę, było niemożliwe czasowo i nie miało sensu, jako obiekt badań w pracy doktorskiej wybrane zostały najczęściej stosowane w opryskiwaczach polowych, rozpylacze płaskostrumieniowe XR110.03.

W ramach tematyki rozprawy doktorskiej sformułowano problem badawczy zawierający cel pracy i jej zakres.

Celem pracy była charakterystyka pracy rozpylaczy szczelinowych XR 110.03 i przydatność otrzymanych wyników do oceny zrównoważenia stosowania pestycydów w uprawach polowych.

Rozwiązanie problemu badawczego wymagało odpowiedzi na pytania:

1. Jak kształtują się wtórne parametry opadu rozpylonej cieczy w czasie eksploatacji rozpylacza rolniczego w miarę zużycia rozpylacza i wzrostu natężenia wypływu?
2. Jakie mogą być konsekwencje dla praktyki rolniczej, niedotrzymywania (zaniedbania) zalecanych parametrów eksploatacji rozpylaczy w opryskiwaczach polowych?
3. Czy metody badań stopnia „zużycia” rozpylaczy rolniczych (wynikające z Dyrektywy) kształtują poziom ocen ryzyka dla zagrożeń środowiskowych i produkcyjnych oraz czy mogą mieć wpływ na proces zrównoważonego stosowania pestycydów?

Aby odpowiedzieć na postawione pytania w ramach problemu badawczego Doktorant podjął się wykonania ambitnego programu badań, o szerokim zakresie przeprowadzonych eksperymentów, polegającego na połączeniu problemów związanych ze zużyciem rozpylaczy i wpływem zużycia na natężenie wypływu cieczy z rozpylaczy, oraz na jakość rozpylonej strugi kropel i efektywność osadzania się rozpylonej cieczy na obiektach oraz na efektywność biologiczną zabiegów.

Szeroki zakres pracy obejmował między innymi wykonanie:

- przyspieszonych badań zużycia rozpylaczy i dokonania ich klasyfikacji,
- pomiarów natężenia wypływu, nierównomierności rozkładu opadu rozpylonej cieczy i nierównomierności strumienia cieczy dla pojedynczego rozpylacza, kąta rozpylania cieczy, spektrum średnicy kropel w strumieniu rozpylonej cieczy, śladów kropel i stopnia pokrycia powierzchni wzorcowej, badań polowych z nanoszeniem preparatów oraz wykonania oceny i analizy jakości zbioru z pól doświadczalnych.

Rozwiązanie problemu w taki kompleksowy sposób było bardzo trudne ze względu na nakładanie się wzajemnie wielu czynników decydujących o jakości wykonania zabiegów podczas badań polowych. Można więc uznać, że zaproponowane w pracy doktorskiej, gruntowne i złożone podejście do rozwiązania problemu, mające na celu wyjaśnienie wpływu stopnia zużycia rozpylaczy montowanych na opryskiwaczach polowych na proces zrównoważonego stosowania pestycydów i możliwość wystąpienia ryzyka zwiększającego zagrożenie środowiskowe ma charakter nowatorski. Rozwiązanie problemu badawczego daje również możliwość zweryfikowania trafności wyboru metod badań stanu technicznego rozpylaczy montowanych w opryskiwaczach rolniczych, zaproponowanych w normach EN 13790-1 (2003) i ISO 16122-2 (2015).

**W związku z powyższym uważam, że zarówno wybór tematu rozprawy doktorskiej mgr inż. Alaa Kamel Subr, jak i cel i zakres jego rozprawy mają duże znaczenie poznawcze oraz aplikacyjne i są w pełni uzasadnione.**

## Merytoryczna ocena rozprawy

Praca doktorska mgr inż. **Alaa Kamel Subr** została napisana w języku angielskim, ale pewne elementy rozprawy dołączone są również w języku polskim. Jest to trzystronicowe "Streszczenie", spis treści oraz czterostronicowe "Podsumowanie". Podstawą do wykonania niniejszej merytorycznej oceny była wersja angielska rozprawy.

W rozdziale zatytułowanym "Intruduction" (*Wstęp*) autor opisał historię pestycydów, w sposób ogólny ocenił skalę ich stosowania oraz negatywne skutki używania pestycydów dla środowiska. W podrozdziale do tego rozdziału "Pesticides and their use" znalazła się wzmianka dotycząca stosowania regulatorów wzrostu - Plant Growth Rregulators (PGR).

Rozdział drugi pt. "Literature review" (*Przegląd literatury*) zawiera dotychczasową wiedzę obejmującą ustawodawstwo dotyczące obowiązkowych badań opryskiwaczy oraz wiedzę na temat badań rozpylaczy, w tym oceny wielkości kropeł, rozkładu strumienia cieczy i kropeł w strudze rozpylonej cieczy, kształtu strugi kropeł, oceny skuteczności technicznej i biologicznej wykonywanych zabiegów oraz zjawisk powodujących ryzyko dla środowiska naturalnego wynikających z aplikacji pestycydów. Za cenny podrozdział uważam "Nozzle working parameters", (*Parametry robocze rozpylaczy*) w którym znalazła się wiedza dotycząca oceny stopnia zużycia rozpylaczy oraz wpływu zużycia rozpylaczy na zmiany szczegółowych parametrów fizycznych strugi kropeł takich jak natężenie wypływu cieczy, kształt strugi kropeł. W podrozdziale "Plants growth regulators" również zawarto informacje o niektórych regulatorach wzrostu roślin i stymulatorach wzrostu plonu.

W rozdziale 3 "The study objectives and scope" (*Cele i zakres badań*) określone zostały przez Doktoranta cele i zakres pracy.

W rozdziale 4 zatytułowanym "Materials and methods" (*Materiały i metody*) bardzo szczegółowo opisano aparaturę pomiarową i stanowiska badawcze użyte do pomiarów oraz sposoby pomiarów i metody statystyczne wykorzystane do opracowania wyników.

Rozdział 5 "Results" (*Wyniki badań*) podzielony został na dwa podstawowe podrozdziały, dotyczące efektów i przebiegu badań laboratoryjnych oraz efektów i przebiegu badań polowych. W przypadku badań laboratoryjnych na uwagę zasługują wyniki z przeprowadzonych przyspieszonych testów zużycia dysz oraz kryteria klasyfikacji tych dysz po zużyciu, a także sposoby pomiaru i wyniki z badań zmian parametrów strumienia kropeł na skutek zużywania się dysz rozpylaczy. Bardzo szczegółowo przeprowadzono pomiary zmian średnic kropeł w strudze rozpylonej cieczy. Uwzględniono w pomiarach i zobrazowano graficznie, powstające w trakcie zużywania się dyszy rozpylacza, zmiany rozłożenia kropeł w strudze według rozmiarów ich średnic oraz zmiany symetrii rozkładu kropeł w strudze.

W przypadku badań polowych wysoko oceniam wykonanie pomiarów wnikalności strumienia kropeł w uprawę (penetrację uprawy) z użyciem papierków wodno-czułych, usytuowanych na trzech poziomach w uprawie, w trakcie wykonywania opryskiwania doświadczalnych poletek regulatorem wzrostu i biostymulatorem (Moddus i Kelpak). Wybór tych dwóch pestycydów uważam za trafny, biorąc pod uwagę czas i nakład pracy jaki musiałby być wykonany, gdyby badania były rozszerzone na inne pestycydy. Szczegółową ocenę efektów badań polowych, wykonaną poprzez porównanie wysokości plonów, rozmiarów roślin oraz ocenę jakości ziarna poprzez pomiar rozmiarów ziaren, wagi 1000 nasion, a także zawartości w ziarnie protein i glutenu oraz stopnia sedymentacji uważam za bardzo dobrze dobraną.

W rozdziale 5 na podstawie otrzymanych wyników z badania rozpylaczy można również uzyskać odpowiedź na pierwsze pytanie i w dużej części na pytanie drugie, które postawiono w ramach rozwiązywania problemu badawczego pracy doktorskiej. Pewną sugestią do odpowiedzi na trzecie pytanie jest podrozdział "Relation between transverse distribution and wear time" (*Zależność między nierównomiernością rozkładu poprzecznego a czasem eksploatacji*), w którym Autor wykazuje na słabą zależność wartości CV - nierównomierności

rozkładu poprzecznego osadzonej cieczy na stole rowkowym, od stopnia zużycia testowanych dysz.

Rozdział 6 nazwany "Discussion" z podtytułem "Ensure sustainable use of pesticides" (*Dyskusja "Zapewnienie zrównoważonego stosowania pestycydów"*) jest bardzo ważny gdyż Doktorant udziela tu odpowiedzi na wszystkie trzy pytania, które postawiono w ramach rozwiązywania problemu badawczego pracy doktorskiej, a w szczególności na pytanie trzecie, najważniejsze z punktu widzenia tematu pracy. Było to możliwe gdyż Autor w tym rozdziale podsumował i dokonał analizy wszystkich otrzymanych wyników badań. A ostateczna odpowiedź jest zamieszczona w podrozdziale 6.7. "Flat fan nozzles spray to ensure the process sustainability" (*Rozpylacz szczelinowe XR 110.03 w aspekcie zapewnienia zrównoważonego stosowania agrochemikaliów*). Wysoko oceniam ten rozdział również i dlatego ponieważ na podstawie wyników przeprowadzonych badań oraz praktycznych spostrzeżeń Autor wykazał w nim, między innymi, dyskusyjność zasadności przyjętej w normach EN 13790-1 (2003) i ISO 16122-2 (2015) jednej z metod oceny zużycia rozpylaczy montowanych na belkach polowych, polegającej wyłącznie na wyznaczaniu nierównomierności rozkładu poprzecznego osadzonej cieczy na stole rowkowym.

Rozdział 7 zatytułowany "Conclusions" (Wnioski) i rozdział 8 "Recommendations" (Propozycje) korespondują ze sobą. Wniosek z rozdziału 7, wskazujący na konieczność monitorowania natężenia wypływu cieczy z rozpylaczy jako podstawowego warunku uzyskania informacji o stopniu zużycia rozpylaczy jest również ważnym zaleceniem zamieszczonym w rozdziale 8.

Dokonując merytorycznej oceny rozprawy doktorskiej mgr inż. **Alaa Kamel Subr** stwierdzam, że w rozprawie tej podjęto próbę rozwiązania ważnego i trudnego problemu naukowego, mającego duże znaczenie praktyczne. Całość przeprowadzonych badań przedstawionych w pracy doktorskiej oraz sposób ich opracowania i wykonania, a także interpretacja wyników zostały starannie przemyślane i są w pełni dojrzałe. Jest to podejście systematyczne, kompetentne i wnikliwe. Uważam, że Autor jest doskonale przygotowany do podjęcia dalszej samodzielnej pracy naukowej i badawczej. Jestem zdania, że rozprawa doktorska mgr inż. **Alaa Kamel Subr** wnosi istotny wkład naukowy w dyscyplinie inżynieria rolnicza, w tematyce technika ochrony roślin.

#### Uwagi szczegółowe do pracy

Opiniowana rozprawa doktorska mgr inż. **Alaa Kamel Subr** jest napisana w sposób jasny, zwarty i uporządkowany. Oceniam również, że rozprawa jest napisana bardzo dobrze pod względem merytorycznym. Generalnie struktura i układ pracy są właściwe i umożliwiają zrozumienie przez czytelnika treści poszczególnych rozdziałów.

Nie mniej pewnym utrudnieniem dla czytelnika może być brak numeracji wzorów, do których odwoływanie się w pracy ułatwiłoby czytelnikowi precyzyjną identyfikację formuł, którymi posłużył się Autor.

Inną znaczącą uwagą jest forma zapisu niektórych wzorów. Przyjęte jest, że w pracach naukowych wzory zapisuje się wstawiając w nie litery lub symbole, oznaczające wielkości a pod wzorami znajdują się wyjaśnienia wstawionych znaków, z podaniem jednostek. W pracy, w niektórych wzorach, występują całe słowa lub określenia zawierające kilka słów, tak jest na przykład na stronie 47, wzory w punkcie A 3 i A 4.

Ponadto, w tekście dały się zauważyć – na szczęście bardzo nieliczne – drobne pomyłki edytorskie. Dla przykładu:

- 1) W wzorze (dół strony) str. 41, występuje czynnik  $x_j$  - brak wyjaśnienia co on oznacza
- 2) We wzorze (górze strony) str. 106, występują:  $(D_{v50})_i$  oraz  $(\bar{D}_{v50})$  natomiast w wyjaśnieniach do wzoru są mylnie podano  $(D_{v5})$  i  $\bar{D}_{v5}$ , oraz zamiast  $n$  jest  $N$ .

Powyższe wątpliwości oraz uwagi mają charakter porządkowy i nie wpływają na merytoryczną wartość rozprawy.

### Ocena końcowa rozprawy doktorskiej

Po dokonanej analizie rozprawy doktorskiej mgr inż. **Alaa Kamel Subr** pt. *"Characteristics of flat fan nozzles spray to ensure sustainable use of pesticides on field crops"* (*Charakterystyka pracy rozpylaczy szczelinowych w ocenie zrównoważonego stosowania pestycydów w uprawach polowych*) z pełnym przekonaniem stwierdzam, że rozprawa ta stanowi oryginalne i wartościowe rozwiązanie złożonego problemu naukowego. Autor wykazał się bardzo dobrą znajomością problematyki związanej z techniką ochrony roślin w ramach inżynierii rolniczej oraz umiejętnością formułowania problemów naukowych, a przede wszystkim zdolnością doboru właściwych metod do ich rozwiązywania. Recenzowana praca doktorska jest ważna zarówno dla celów poznawczych jak i dla zastosowań praktycznych.

**Uważam, że praca doktorska spełnia wymagania stawiane tego typu pracom określone w artykule 13 ustawy z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki ( Dz. U. nr 65 poz. 595 z późniejszymi zmianami) i może być dopuszczona do publicznej obrony.**

**Biorąc pod uwagę bardzo wysoki poziom recenzowanej rozprawy wnioskuję o jej wyróżnienie"**



Jerzy Chojnacki