

Dr hab. inż. Grzegorz Doruchowski, prof. IO-PIB  
Pracownia Techniki Ochrony i Nawożenia  
Zakład Agrotechnologii  
Instytut Ogrodnictwa – Państwowy Instytut Badawczy w Skierniewicach

**RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ**  
**mgra inż. Marka Roberta Milanowskiego**

**pt. „Wpływ wybranych właściwości cieczy roboczych na parametry oprysku rolniczego”**

**Promotor pracy doktorskiej: dr hab. inż. Stanisław Parafiniuk, prof. UP**

**Promotor pomocniczy: dr Monika Różańska-Boczula**

### **1. Podstawa opracowania recenzji**

Recenzję opracowano na podstawie zlecenia Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie, prof. dr hab. Dariusza Andrejko, który w piśmie z dnia 14 października 2022 roku (pismo RD IM/5100/os/2022) poinformował mnie, że uchwałą Rady z dnia 7 października 2022 roku zostałem wyznaczony na recenzenta rozprawy. Zgodnie z informacją zawartą w piśmie przewodnik doktorski został wszczęty i przeprowadzany jest w dziedzinie nauk rolniczych, dyscyplinie inżynieria rolnicza.

### **2. Formalna ocena rozprawy**

Rozprawa doktorska autorstwa Pana Magistra Marka Milanowskiego, kandydata na stopień doktora w dyscyplinie inżynieria mechaniczna (dawniej inżynieria rolnicza) wykonana została w Katedrze Eksploatacji Maszyn i Zarządzania Procesami Produkcyjnymi Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie. Rozprawa raportuje prace badawcze kandydata pośrednio, poprzez cykl oryginalnych, spójnych tematycznie publikacji w języku angielskim, zamieszczonych w periodykach naukowych znajdujących się w wykazie MEiN. W skład rozprawy włączono następujące pozycje, których kandydat jest głównym autorem:

- **P1:** Milanowski Marek, Parafiniuk Stanisław, Krawczuk Anna, Subr Alaa. 2017. Influence of physical properties of water-adjuvant mixture on the droplet stains depositing on an artificial target. IX International Scientific Symposium Farm machinery and processes management in sustainable agriculture: Symposium Proceedings, Lublin 2017: 245-249. DOI: 10.24326/fmpmsa.2017.44 (15 pkt. MEiN).
- **P2:** Milanowski Marek, Subr Alaa, Combrzyński Maciej, Różańska-Boczula Monika, Parafiniuk Stanisław. 2022. Effect of adjuvant, concentration, and water type on the droplet size characteristics in agricultural nozzles. Applied Sciences 2022, 12, 5821. DOI: doi.org/10.3390/app12125821 (IF 2,838; 100 pkt. MEiN).
- **P3.** Marek Milanowski, Alaa Subr, Stanisław Parafiniuk, Monika Różańska-Boczula. 2022. The effect of adjuvant concentration on changes of spray characteristics and spraying parameters for selected types of nozzles. Agricultural Engineering 2022, (26)1: 119-131. DOI: 10.2478/agriceng-2022-0010 (40 pkt. MEiN).

Łączna liczba punktów MEiN uzyskanych za publikacje wynosi 155, a współczynnik wpływu IF 2,838. Rozprawa zawiera kopie wszystkich publikacji oraz oświadczenia współautorów o ich roli w raportowanych pracach badawczych.



Zasadniczą częścią rozprawy jest autoreferat stanowiący syntezę publikacji i wskazujący na spójność ich tematyki. W skład liczącego 42 strony autoreferatu wchodzi spis treści, streszczenie w języku polskim i angielskim oraz sześć rozdziałów obejmujących przegląd literatury, wyszczególnienie celu pracy i problemów badawczych, opis zastosowanych materiałów i metod badawczych, omówienie uzyskanych wyników, wnioski i bibliografię. Rozdziały opisujące materiały i metody oraz omawiające wyniki zawierają łącznie 20 tabel, 2 rysunki poglądowe i 3 wykresy. Bibliografia obejmuje właściwie dobraną, ściśle związaną z tematyką pracy i aktualną literaturę w liczbie 33 pozycji.

Co do elementów rozprawy i ich układu nie wnoszę zastrzeżeń zwracając jedynie uwagę, że autoreferat nie zawiera spisu tabel i rysunków oraz wykazu stosowanych skrótów. Słowa kluczowe w języku angielskim zawarte są tylko w publikacjach.

### **3. Ocena celu i zakresu rozprawy**

We współczesnej ochronie upraw, prowadzonej zgodnie z zasadami integrowanej ochrony roślin, coraz większą wagę przykłada się do ograniczenia stosowania pestycydów, zawierających substancje nieobojętne dla zdrowia ludzi i środowiska. Znajduje to swoje odzwierciedlenie w celach strategii Od Pola do Stołu, w ramach działań na rzecz Europejskiego Zielonego Ładu. W osiągnięciu tych celów szczególne znaczenie upatruje się w racjonalnym stosowaniu środków ochrony roślin, polegającym na uzyskaniu najwyższej skuteczności ich działania przy najmniejszych nakładach. Niejednokrotnie przeszkodą w uzyskaniu poprawnej skuteczności zabiegów ochronnych, wykonywanych z użyciem rozpylonej cieczy użytkowej, jest nieodpowiednia dla środków ochrony roślin jakość wody. Jednym ze sposobów racjonalizacji chemicznej ochrony roślin jest wspomaganie działania środków ochrony roślin przy użyciu adiuwantów, nadających cieczy użytkowej odpowiednich właściwości, które sprzyjają uzyskaniu najlepszej skuteczności zwalczania agrofagów. Dlatego wybór adiuwantów jako przedmiot badań naukowych, stanowiących podstawę rozprawy doktorskiej należy uznać za bardzo aktualny i mający duże znaczenie praktyczne.

Celem przeprowadzonych przez Pana Magistra Marka Milanowskiego prac badawczych było określenie wpływu adiuwantów na kluczowe, w kontekście środków ochrony roślin, właściwości cieczy użytkowych oraz wpływu tych właściwości na jakość zabiegu w formie rozpylonej cieczy. W centrum uwagi kandydat postawił parametry jakości zabiegu takie jak wielkość kropeł wytwarzanych przez typowe rozpylacze stosowane w rolnictwie oraz wielkość śladów kropeł na opryskiwanej powierzchni. Tak określony cel realizowany był w toku prac, podzielonych na trzy etapy: (I) określenie właściwości wody pochodzącej z różnych źródeł i zmiany tych właściwości pod wpływem adiuwantów; (II) pomiar wielkości kropeł i ich śladów uzyskanych przy użyciu wody z dodatkiem adiuwantów; (III) statystyczna analiza wyników. Z celu pracy wynikały także problemy badawcze postawione przez doktoranta w formie pytań: „Czy parametry fizyczne wody wpływają na wielkość wytwarzanych kropeł?” oraz „Jaki wpływ ma dodatek adiuwantów na wielkość wytwarzanych kropeł?”. W celu rozwiązania tych problemów kandydat zaplanował szczegółowy tok metodycznych działań badawczych, niefortunnie nazwanych celami naukowymi.

Wybór celu badań należy uznać za trafny i zasadny, a wynikające z niego problemy naukowe za istotne z punktu widzenia jakości zabiegów ochrony roślin. Sposób rozwiązania problemów badawczych jest metodycznie poprawny, a etapowy przebieg prac logiczny i organizacyjnie przemyślany.



#### 4. Merytoryczna ocena rozprawy

TYTUŁ rozprawy doktorskiej Pana Magistra Marka Milanowskiego odpowiada treści rozprawy i zawiera jej główny cel. Należy żałować, że nie zawiera on słowa „adiuwanty”, które są głównym przedmiotem badań kandydata i występują w tytułach wszystkich publikacji wchodzących w skład rozprawy. Nadawałoby to tytułowi rozprawy jednoznaczności i zawęziłoby obszar poszukiwań potencjalnych czytelników w rzeczowych indeksach literatury naukowej, co jest tym istotniejsze, że rozprawa pozbawiona jest polskich słów kluczowych.

We WSTĘPIE autoreferatu autor właściwie uzasadnia wybór tematu badań potrzebą poszukiwania sposobów ograniczania wpływu środków ochrony roślin na środowisko między innymi poprzez doskonalenie jakości zabiegów w formie rozpylonej cieczy użytkowej i wynikającej z tego możliwości redukcji stosowanych dawek tych środków. Zdaniem autora jednym z udokumentowanych w toku badań sposobów podnoszenia jakości zabiegów jest stosowanie adiuwantów zapewniających adekwatne do potrzeb właściwości cieczy użytkowych. Na potwierdzenie tej tezy autor przytacza szereg doniesień raportujących badania z użyciem adiuwantów. Z przeglądu literatury przedmiotu wynika, że zmiana właściwości cieczy, polegająca na zmniejszeniu jej napięcia powierzchniowego, obniżeniu pH czy zmianie jej lepkości wpływa na wielkość kropeł powstających podczas rozpylania cieczy i trwałość substancji czynnych środków ochrony roślin. W konsekwencji decyduje o parametrach jakości zabiegu takich jak zwilżalność opryskiwanych obiektów, stopień ich pokrycia, retencja, czas parowania cieczy czy penetracja substancji w tkankach roślin oraz o stratach cieczy w wyniku jej znoszenia i ociekania. Przytoczone wyniki badań wskazują na ogromne zróżnicowanie funkcji adiuwantów, niejednoznaczność ich wpływu na właściwości cieczy użytkowej i wynikającą z tego potrzebę świadomego ich doboru w zależności od oczekiwanych efektów. Dlatego w gruntownym i godnym uwagi przeglądzie piśmiennictwa, jakiego dokonał autor, zabrakło klasyfikacji adiuwantów na aktywujące, modyfikujące i wielofunkcyjne oraz podyktowanej tą klasyfikacją systematyzacji omawianych wyników badań według ich funkcji i uzyskiwanych efektów. Pozwoliłoby to na uniknięcie niejasności jak np. w zdaniu „Dodanie adiuwantów do roztworu opryskowego zmniejsza napięcie powierzchniowe kropli [Santos i in., 2019, Machado i in., 2019, Precipito i in., 2018, Polli i in., 2021, Ferreira i in., 2020, Castro i in., 2018] oraz wartości pH [Santos i in., 2019]”, które sugeruje, że wszystkie adiuwenty spełniają jednocześnie obie wymienione funkcje.

W rozdziale MATERIAŁY I METODY BADAŃ autor przedstawia charakterystykę wody z różnych źródeł oraz adiuwantów użytych w badaniach. Na uwagę zasługuje fakt podjęcia badań z użyciem wody o różnych właściwościach (twardości, odczynie, napięciu powierzchniowym), co w badaniach nad adiuwantami nie jest podejściem częstym. Faktem tym autor stara się podkreślić istotność sytuacji wyjściowej jaką jest jakość wody użytej do sporządzania cieczy użytkowej i możliwy wpływ tej jakości na ostateczny efekt działania adiuwantów. Użycie jakości wody jako zmiennej niezależnej w badaniach daje możliwości oceny współdziałania efektów jakości wody i funkcji adiuwantów.

W pracach badawczych autora użyto trzy klasyczne adiuwenty, SUPERAM 10AL, HYDROTEK i OLEJAN 85 EC, mające działanie aktywujące i klasyfikowane jako surfaktanty, oraz płynny nawóz mineralny NORMATON, o działaniu zakwaszającym, zmiękczejącym i zwilżającym, który dzięki tym cechom spełnia funkcje adiuwantów wielofunkcyjnych lub kondycjonerów. Autor charakteryzuje te adiuwenty podając ich substancje czynne i skład oraz opisując ich funkcje i sposoby działania, ale nie klasyfikuje ich według powyższych kategorii.



Następnie kandydat charakteryzuje użyte w badaniach dwa typy płaskostrumieniowych rozpylaczy, standardowego AP120-03 i eżektorowego 6MSC, o tym samym wydatku cieczy, kącie rozpylania i zakresie ciśnienia roboczego, różniące się jedynie wielkością produkowanych kropeł. Klasy wielkości kropeł dla poszczególnych wartości ciśnienia cieczy podano w tabeli. Jest to klasyczne i metodycznie prawidłowe podejście do badań polegających na porównaniu wielkości kropeł wytwarzanych przez rozpylacze w różnych okolicznościach (np. podczas rozpylania cieczy o różnych właściwościach) przy zachowaniu tych samych wartości dla czynników nie podlegających ocenie ich efektów (wydatek cieczy, kąt rozpylania, ciśnienie robocze).

Na uwagę zasługuje szczegółowy opis instrumentów i metod pomiarowych, użytych do oceny parametrów właściwości cieczy, czyli napięcia powierzchniowego, lepkości, gęstości, twardości oraz odczynu pH, a następnie do oceny wielkości kropeł produkowanych przez rozpylacze i wielkości śladów kropeł. Ta część rozdziału świadczy o biegłości autora w doborze i posługiwaniu się specjalistyczną aparaturą badawczą.

W sekcji dotyczącej pomiaru wielkości kropeł autor nieprecyzyjnie definiuje parametry określające średnice kropeł takie jak  $Dv_{0.5}$ ,  $Dv_{0.9}$  i SMD. Opis metodyki i wyników niezbitnie wskazuje, że autor właściwie rozumie i interpretuje te pojęcia, lecz ich zdefiniowanie przez autora jest niejasne i może być niezrozumiałe dla czytelnika. Mianowicie: (i)  $Dv_{0.5}$  jest przez autora nazwane „medianą objętościową średnicy” (WSTĘP) lub „średnicą objętościową” (MATERIAŁ I METODY) podczas gdy właściwe określenie brzmi: „średnica mediany objętościowej” (ang. *VMD - volume median diameter*); (ii)  $Dv_{0.9}$  nie ma swojego określenia, a według autora „wskazuje, że 90% objętości rozpylonej cieczy jest w kroplach mniejszych (lub o 10% większych) niż ta wartość”. Bardziej precyzyjnie należałoby powiedzieć, że średnica ta „wskazuje, że 90% objętości rozpylonej cieczy jest w kroplach mniejszych, a pozostałe 10% objętości cieczy w kroplach większych niż ta wartość”; (iii) SMD według autora jest „średnią średnicą Sautera” i zdefiniowana jako „średnia średnica kropeł o takim samym stosunku objętości do powierzchni całkowitej objętości natrysku”, tymczasem średnica Sautera SMD (ang. *Sauter mean diameter*) jest średnicą kropli o takim samym stosunku objętości do pola powierzchni jak całkowita objętość wszystkich kropeł do całkowitej powierzchni wszystkich kropeł w strumieniu rozpylonej cieczy. Przytaczając cytaty powyższych nieścisłości pragnę zwrócić uwagę na fakt, że precyzja w definiowaniu tak istotnych dla opisywanych badań parametrów określających średnicę kropeł jest bardzo ważna.

Przyjęte w publikacjach **P2** i **P3** oraz opisane przez autora na końcu rozdziału metody analizy statystycznej należy uznać za właściwe i umożliwiające prawidłową interpretację wyników. Podstawowego i bardzo przydatnego w badaniach wieloczynnikowych narzędzia statystycznego jakim jest analiza istotności efektów poszczególnych czynników nie zastosowano w doświadczeniu opisanym w publikacji **P1**.

W rozdziale OMÓWIENIE GŁÓWNYCH WYNIKÓW autor opisuje wyniki przeprowadzonych doświadczeń z pełnym przytoczeniem tabel i wykresów zamieszczonych w cyklu publikacji. Doświadczenie opisane w publikacji **P1** polegało na pomiarze napięcia powierzchniowego wody z trzech źródeł, bez i z dodatkiem adiuwanta SUPERAM 10AL w dwóch stężeniach i przy trzech wartościach temperatury. Zgodnie z przewidywaniem napięcie powierzchniowe spadało ze wzrostem temperatury i ze wzrostem stężenia adiuwanta. Ponadto autorzy doświadczenia oceniali zmianę średnic i powierzchni śladów kropeł na powierzchni papieru wodoczułego oraz stopień pokrycia tego papieru w zależności od powyższych czynników z dodatkowym uwzględnieniem wysokości upadku kropeł. Wszystkie trzy mierzone parametry zgodnie z przewidywaniem osiągały wyższą wartość dla większej wysokości upadku kropeł.



Zastanawiająca jest jednak zaobserwowana prawidłowość wskazująca, że wzrost temperatury, silnie wpływającej na spadek napięcia powierzchniowego, powodował spadkowy trend wielkości śladów kropeł i stopnia pokrycia. Wpływ stężenia adiuwanta, który także obniżał napięcie powierzchniowe wody, na wielkość śladów kropeł i pokrycie powierzchni jest w świetle uzyskanych wyników niejednoznaczny. Z powodu braku odpowiedniej analizy statystycznej nie można określić istotności efektu tego ważnego czynnika. Dlatego wniosek autora brzmiący: „Dodanie adiuwantu, szczególnie przy wyższych niż zalecane przez producenta stężeniach, obniżyło wartości napięcia powierzchniowego cieczy roboczej. Niższe napięcie powierzchniowe umożliwiło uzyskanie wyższych wartości powierzchni kropli, średnicy i procentowego pokrycia opryskiwanej powierzchni, szczególnie w temperaturze 10°C.” należało by przeredagować na brzmienie „Dodanie adiuwanta w zalecanych przez producenta stężeniach, obniżyło napięcie powierzchniowe wody pochodzącej z różnych źródeł, co umożliwiło uzyskanie większych śladów kropeł i wyższego pokrycia powierzchni jedynie w temperaturze 10°C.” W opisie wyników i we wnioskach autor odnotowuje zaobserwowane fakty nie wyjaśniając jednak ich możliwych przyczyn.

W doświadczeniu opisanym w publikacji **P2** autorzy mierzyli napięcie powierzchniowe wody z dwóch źródeł, bez i z dodatkiem adiuwantów HYDROTEK i OLEJAN 85 EC w dwóch stężeniach, oraz określali parametry wielkości kropeł ( $Dv_{0.1}$ ,  $Dv_{0.5}$ ,  $Dv_{0.9}$ , SMD, RS) wytwarzanych przez standardowy rozpylacz płaskostrumieniowy AP120-03. Jak należało oczekiwać oba adiuwanty obniżyły napięcie powierzchniowe wody wraz ze wzrostem ich stężenia. Nie stwierdzono zdecydowanie jednoznacznego wpływu napięcia powierzchniowego na wielkość kropeł określaną najważniejszymi z punktu widzenia jakości zabiegu parametrami  $Dv_{0.1}$  i  $Dv_{0.5}$ . Godnym uwagi spostrzeżeniem był natomiast fakt, że dodatek adiuwantów do wody o wyjściowo wyższym napięciu powierzchniowym (WUP) spowodował istotne zwiększenie średnicy kropeł  $Dv_{0.1}$  (ograniczenie znoszenia) z jednoczesnym zachowaniem lub tylko niewielkim wzrostem średnicy  $Dv_{0.5}$  (możliwość zachowania potencjalnie wysokiego stopnia pokrycia powierzchni). W przypadku wody WS zaobserwowano na ogół odwrotny efekt, co może wskazywać na istotną interakcję między wyjściową jakością wody a działaniem adiuwantów w kontekście jakości rozpylania. Obserwacja ta znalazła potwierdzenie w danych objętościowego rozkładu frakcji wielkości kropeł. Analiza tych danych wskazała także na istotność efektów powodowanych czynnikami związanymi z adiuwantami, tzn. ich rodzajem i stężeniem. Wnioski precyzowane przez autora rozprawy mają znaczenie praktyczne dla jakości zabiegów i tym samym dla potencjalnej skuteczności działania środków ochrony roślin oraz bezpieczeństwa ich stosowania, co nadaje pracy dodatkowego waloru. Wyjaśnienia wymaga natomiast dlaczego efektem rozpylania czystej wody WUP o większym napięciu powierzchniowym niż wody WS były niższe wartości średnic  $Dv_{0.1}$  i  $Dv_{0.5}$ .

Celem doświadczenia opisanego w publikacji **P3** było określenie wpływu stężenia adiuwanta NORMATON na jakość rozpylania cieczy przy użyciu rozpylacza standardowego AP120-03 i rozpylacza eżektorowego 6MSC. Stężenie adiuwanta wyraźnie wpływało na takie właściwości cieczy jak gęstość, lepkość, odczyn pH, twardość i napięcie powierzchniowe. Nie miało to jednak przełożenia na istotność efektu stężenia adiuwanta na jakość rozpylania cieczy wyrażonego wartościami średnic wytwarzanych kropeł  $Dv_{0.1}$ ,  $Dv_{0.5}$ ,  $Dv_{0.9}$  i SMD. Istotny w tym względzie okazał się efekt rodzaju rozpylacza, co było wynikiem w pełni oczekiwanym.

Interesujących informacji dostarcza wykres obrazujący różnicę między objętościowymi rozkładami frakcji wielkości kropeł dla rozpylacza standardowego i eżektorowego. Wynika z niego, że procentowy udział drobnych i bardzo drobnych kropeł jest znacznie większy dla



rozpylacza standardowego, co oznacza związane z nim większe ryzyko znoszenia cieczy użytkowej. Niestety efekt stężenia adiuwanta użytego w badaniu okazał się w tym względzie nieistotny. W rozbiciu danych na oba typy badanych rozpylaczy zaobserwowano, że pełne zalecane stężenie adiuwanta powodowało najwyższy udział kropeł drobnych, podatnych na znoszenie.

WNIOSKI KOŃCOWE są kompilacją szczegółowych wniosków wynikających z badań opisanych w publikacjach. Potwierdzają one realizację zakładanego celu głównego i celów szczegółowych oraz rozwiązanie zaproponowanych na wstępie problemów badawczych. Zabrakło natomiast bardziej ogólnych wniosków podsumowujących główne osiągnięcia uzyskane w toku badań i wskazujących na wynikające z nich korzyści praktyczne oraz wartości poznawcze.

Po lekturze autoreferatu nasuwają się następujące pytania:

- 1) dotyczące publikacji **P1**: Dlaczego dla wody ze wszystkich źródeł i dla wszystkich wartości stężenia zastosowanego adiuwanta wielkość śladów kropeł oraz stopień pokrycia powierzchni ulegały zmniejszeniu ze wzrostem temperatury pomimo obniżenia napięcia powierzchniowego we wszystkich przypadkach?
- 2) dotyczące publikacji **P2**: Dlaczego efektem rozpylania czystej wody WUP o większym napięciu powierzchniowym niż wody WS były niższe wartości średnic  $Dv_{0,1}$  i  $Dv_{0,5}$ ?
- 3) dotyczące publikacji **P3**: Dlaczego wielkość kropeł mierzona w centrum strugi rozpylonej cieczy jest istotnie mniejsza niż na jej obrzeżu?

Odpowiedzi na postawione pytania oczekują podczas publicznej obrony pracy doktorskiej Pana Magistra Marka Milanowskiego.

## 5. Uwagi

Praca napisana jest w sposób rzeczowy w przejrzystym układzie rozdziałów. Autor nie uniknął jednak niezręcznych określeń i wątpliwych stylistycznie sformułowań.

- 1) W pracy zastosowano nieprawidłową odmianę słowa „adiuwant”. Zgodnie ze słownikiem języka polskiego w dopełniaczu liczby pojedynczej brzmi ono „adiuwanta” zamiast błędnie sugerowanego przez edytor tekstu „adiuwantu”.
- 2) W streszczeniach autoreferatu występują skróty dotyczące źródeł wody, użytych adiuwantów i średnic kropeł bez wyjaśnienia ich znaczenia. Należy wziąć pod uwagę, że streszczenia są najpowszechniej czytana częścią pracy i bez wyjaśnień skrótów czytelnik pozbawiony jest pełnej informacji. W przypadku recenzowanej pracy jest to tym istotniejsze, że nie zawiera ona listy skrótów.
- 3) W streszczeniu w języku angielskim trzykrotnie występuje słowo „sprayer” w znaczeniu „rozpylacz”. Należy je zastąpić słowem „nozzle”.
- 4) W pracy zdarzają się niefortunne stylistycznie i rzeczowo zdania. Przykłady:
  - a) trzykrotne powtórzenie słowa „oprysk” za każdym razem w innym znaczeniu, np.: „Jednak w przypadku frakcji 150-200  $\mu\text{m}$  i 200-250  $\mu\text{m}$  zastosowanie adiuwantów HY oraz OL zwiększyło ilość kropeł w proporcji oprysku [w znaczeniu strugi rozpylonej cieczy], co wpływa korzystnie na ilość kropeł stykających się z powierzchnią liści rośliny podczas oprysku [w znaczeniu procesu], zwiększając



skuteczność oprysku [w znaczeniu zabiegu].”, lub: „Ze względu na fakt, że dodanie adiuwantu zwiększa zwilżoną powierzchnię poprzez oprysk [w znaczeniu operacji][Santos i in., 2019, Appah i in., 2019, Xu i in., 2011], pokrycie oprysku [w znaczeniu obiektu] można również zwiększyć (w zależności od powierzchni celu) przy stosowaniu oprysku [w znaczeniu zabiegu] z adiuwantem.”, lub: „Jednak w przypadku frakcji 150-200  $\mu\text{m}$  i 200-250  $\mu\text{m}$  zastosowanie adiuwantów HY i OL zwiększyło ilość kropeł w proporcji oprysku [w znaczeniu strugi rozpylonej cieczy], co wpłynęło korzystnie na ilość kropeł stykających się z powierzchnią liści rośliny podczas oprysku [w znaczeniu operacji], zwiększając skuteczność oprysku [w znaczeniu zabiegu].”

- b) sześciokrotne użycie słowa „woda”: „W pracy została określona gęstość i twardość wody dla poszczególnych typów wód, w których wodą o najmniejszej gęstości była woda destylowana – również jest wodą bardzo miękką, woda ze źródła WUP wykazała największą gęstość oraz twardość”.
- c) tautologia, czyli zbędne powtórzenie w jednym zdaniu: „Efektywność oprysku rolniczego zależy od zastosowanych rozwiązań technicznych, ale także od rodzaju cieczy użytkowej oraz cieczy roboczej” lub w dwóch następujących po sobie zdaniach: „Zmniejszenie napięcia powierzchniowego rozpylonej cieczy powoduje zmniejszenie wielkości kropeł ( $D_{v0,5}$ ) w wytworzonej strudze. W tym przypadku zmniejszenie napięcia powierzchniowego przyczyniło się do zmniejszenia wielkości kropeł”.
- 5) Sugeruję użycie ogólnie przyjętego, polskiego słownictwa związanego z przedmiotem rozprawy, np.:
- „opryskiwanie” zamiast „oprysk”,
  - „struga rozpylonej cieczy” zamiast „oprysk”,
  - „zabieg” zamiast „oprysk”,
  - „ciśnienie cieczy” zamiast „ciśnienie oprysku”,
  - „zabieg ochronny” zamiast „oprysk rolniczy”,
  - „krople grube” zamiast „krople gruboziarniste”,
  - „ciecz użytkowa” lub „ciecz robocza” zamiast „roztwór opryskowy” lub „roztwór natryskowy”,
  - „znoszenie” zamiast „dryf”,
  - „losowość” zamiast „randomizacja”,
  - „powtórzenie” zamiast „replikacja”,
  - „ś.o.r.” zamiast „PPP”.
- 6) W ostatniej kolumnie tabeli 4 proponuję następujące zmiany wyrażen: „Typ” zamiast „Kształt”, „Płaskostrumieniowy standardowy” zamiast „Rozpylacze płaskostrumieniowe” i „Płaskostrumieniowy eżektorowy” zamiast „Rozpylacze eżektorowy”.
- 7) W tabelach 15 i 17 należy użyć wyrażenia „Źródło zmienności” zamiast „Źródło zmiennych”.
- 8) Wniosek 3. niesie ten sam przekaz co wniosek 1., stanowiąc jedynie jego rozwinięcie. W pozostałych wnioskach, od 2. do 8., które podsumowują wyniki konkretnych doświadczeń autor używa ogólnego określenia „adiuwanty” do opisanego specyficznych efektów ich

zastosowania. W każdym z tych wniosków należałoby podać pełną nazwę i klasyfikację adiuwantów powodujących opisywane efekty.

Powyższe uwagi mają charakter redakcyjny, nie umniejszający merytorycznej wartości pracy. Zgłaszam je z nadzieją, że będą wzięte pod uwagę w przyszłych opracowaniach wykorzystujących uzyskane wyniki.

## 6. Ocena końcowa

Recenzowana rozprawa doktorska Pana Magistra Marka Milanowskiego pt. „Wpływ wybranych właściwości cieczy roboczych na parametry oprysku rolniczego” podejmuje aktualne problemy dotyczące podnoszenia skuteczności działania środków ochrony roślin, możliwości ograniczenia ich nakładów w produkcji rolniczej i zwiększenia bezpieczeństwa związanego z ich stosowaniem poprzez zmianę właściwości cieczy użytkowych pod wpływem adiuwantów. W toku badań opisanych w cyklu publikacji autor rozprawy zrealizował zakładane cele, rozwiązał wynikające z nich problemy badawcze, uzyskując wyniki, które w mojej opinii mają wartość poznawczą i znaczenie praktyczne.

Na podstawie literatury przedmiotu autor wykazał się dobrym rozpoznaniem problematyki związanej z działaniem adiuwantów, a następnie poprawnie sformułował cele i problemy badawcze oraz odpowiednio zaplanował i zrealizował doświadczenia z wykorzystaniem właściwie dobranych materiałów, metod, aparatury badawczej i analizy statystycznej, uzyskując wartościowe wyniki. Na podstawie właściwej interpretacji wyników autor przeprowadził poprawne wnioskowanie dowodząc swojego przygotowania do samodzielnej pracy naukowej.

Biorąc powyższe pod uwagę stwierdzam, że praca Pana Magistra Marka Milanowskiego spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim, określone w ustawie z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (DzU. 2017, poz. 1789) i wnioskuję do Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie o dopuszczenie Pana Magistra Marka Milanowskiego do dalszych etapów postępowania w przewodzie doktorskim.



Skierniewice, 12 grudnia 2022 roku

dr hab. inż. Grzegorz Doruchowski, prof. IO-PIB