

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr Grzegorza Głowackiego pt. *„Ciecze jonowe zawierające metsulfuron w ochronie pszenicy ozimej i jęczmienia jarego przed zachwaszczeniem”*.

Kluczowym zadaniem herbicydów jest wyłączenie chwastów z konkurencyjnego oddziaływania na kondycję, wielkość i jakość plonów rośliny uprawnej z uwzględnieniem opłacalności ekonomicznej zabiegów oraz wymagań zawartych w przepisach prawnych, dyrektywach krajowych i międzynarodowych. Dotyczą one przede wszystkim produkcji zdrowej żywności i zachowania bioróżnorodności na wszystkich poziomach ochrony zasobów środowiska przyrodniczego. W tym kontekście rosnące oczekiwania wobec chemicznych środków ochrony roślin są oczywiste, weryfikowanie zaś obecnie stosowanych i poszukiwanie innych rozwiązań jest nader pożądane. Odpowiedzią na te wyzwania są nowatorskie badania podjęte przez mgr Grzegorza Głowackiego. Wybór tematu uważam za bardzo trafny, celowy, a jednocześnie trudny do realizacji, ze względu na wieloetapowość i czasochłonność badań.

Przedłożona do recenzji rozprawa mgr Grzegorza Głowackiego została wykonana pod kierunkiem Prof. dr hab. Tadeusza Praczyka w Instytucie Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy w Poznaniu. Podstawę recenzji stanowi maszynopis pracy doktorskiej, obejmujący 119 stron tekstu, 42 tabele, 35 rysunków, w tym sześć fotografii stanowiących dokumentację przeprowadzonych badań oraz spis literatury. Od strony formalnej praca jest zredagowana poprawnie. Zawiera 10 logicznie następujących po sobie rozdziałów głównych: 1. Wstęp, 2. Przegląd literatury, 3. Charakterystyka badanych cieczy jonowych, 4. Badania w warunkach szklarniowych, 5. Badania w warunkach polowych, 6. Wnioski, 7. Streszczenia w języku polskim i angielskim, 8. Bibliografia, 9. Objasnienia skrótów, 10. Aneks. W rozdziałach 4. i 5. wydzielono podrozdziały i podpodrozdziały, co zwiększa czytelność, ułatwia analizę omawianych treści i jest zgodne z przyjętym układem dla prac naukowo-badawczych i doktorskich. Opis wyników badań własnych, ich podsumowanie oraz wnioski zajmują 76 stron tj. 64% tekstu. Rozprawa napisana jest starannie i nie budzi zastrzeżeń formalno-merytorycznych.

We wstępie Autor krótko i syntetycznie nawiązał do tematu badań. Wskazał na pozytywne i ujemne znaczenie herbicydów. Podkreślił, że konieczność minimalizowania negatywnych skutków agroekologicznych i produkcyjnych, przy braku nowych substancji czynnych, zobowiązuje naukę do badań ukierunkowanych na modyfikację środków aktualnie

dostępnych na rynku. Sukcesem w rozwiązaniu tego problemu może być wykorzystanie cieczy jonowych. W zakończeniu sformułował cel badań i hipotezę badawczą. W postawionej hipotezie badawczej Autor przyjął założenie, że herbicydowe ciecze jonowe zawierające metsulfuron-metylu mogą cechować się większą aktywnością biologiczną niż stosowane obecnie formy handlowe tego herbicydu oraz że nie będą działały fitotoksycznie na rośliny pszenicy ozimej i jęczmienia jarego. Weryfikacji tej hipotezy dokonano realizując badania w dwóch doświadczeniach. W mojej opinii akapit umieszczony między celem badań a hipotezą badawczą (str. 2) jest zupełnie zbędny, gdyż informacja o kolejnych rozdziałach w dalszej części pracy, znajduje się stroną wcześniej w spisie treści.

Poprawnie i z wykorzystaniem licznych pozycji, dobrze dobranych tematycznie do poruszanych wątków, został opracowany *Przegląd piśmiennictwa*. Autor przedstawił obszerny zakres dotychczasowych doniesień naukowych związanych z historią oraz rozwojem metod i sposobów regulacji zachwaszczenia, wykazał ich zalety i wady, dość odlegle odbiegając poza temat swojej pracy. W celu uporządkowania referowanych treści wydzielił sześć tematycznych „quasi podrozdziałów”: 1) Szkodliwość chwastów, 2) Ograniczenie szkodliwości chwastów metodami niechemicznymi, 3) Ograniczenie szkodliwości chwastów metodami chemicznymi, 4) Integrowana ochrona roślin przed chwastami, 5) Ciecze jonowe jako nowy kierunek w badaniach nad środkami ochrony roślin, 6). Herbicydowe ciecze jonowe. Proporcjonalnie większą część Rozdziału zajmują treści związane z herbicydami i chemiczną ochroną przed chwastami. Autor określił współczesne, proekologiczne trendy w badaniach nad środkami ochrony roślin, przedstawił koncepcje „zielonej technologii” oraz „zielonej chemii” i „zielonych rozpuszczalników”, do których należą ciecze jonowe. W dalszej części podał charakterystykę cieczy jonowych, ich wszechstronne zastosowanie w różnych gałęziach produkcji z uwagi na wyjątkowo korzystne właściwości fizyczne, chemiczne i biologiczne. Poinformował, że koncepcję modyfikowania substancji aktywnych herbicydów z wykorzystaniem cieczy jonowych stworzył Prof. dr hab. Tadeusz Praczyk. Od 2007 roku, po nawiązaniu współpracy z Prof. dr hab. Juliuszem Pernakiem z Politechniki Poznańskiej rozpoczęto badania nad syntezą pierwszych herbicydowych cieczy jonowych.

W podsumowaniu stwierdzam, że przedstawiony *Przegląd piśmiennictwa* jest przeprowadzony poprawnie, wykorzystanie literatury właściwe, analiza poglądów wnikliwa. Doktorant dowiódł tym swojej szerokiej wiedzy z zakresu herbologii oraz dobrego opanowania zagadnień będących przedmiotem badań własnych. Szkoda, że przeglądzie piśmiennictwa przeważają pozycje starsze. Moim zdaniem niektóre wątki można było

rozważyć korzystając z krajowych, a zarazem młodszych prac naukowych. Mam na myśli między innymi regulowanie zachwaszczenia w płodozmianie (str. 4). Wieloletnie badania prowadzone w różnych ośrodkach naukowych w Polsce dostarczają niezliczoną ilość dowodów jednoznacznie wskazujących na skuteczną regulację zachwaszczenia naziemnego i glebowego w przyrodniczo poprawnym płodozmianie. Bioróżnorodności uprawianych po sobie roślin automatycznie odpowiada konieczność zmianowania (w razie potrzeby) herbicydów. Ponadto, w następnym akapicie przytoczony przez Autora pogląd nie odnosi się raczej do rolnictwa polskiego (ewentualnie tylko w mikroskali lokalnej). Bowiem, w strukturze zasiewów w Polsce dominują zboża, głównie ozima forma pszenicy. Natomiast kukurydza, przeznaczana głównie na cele paszowe, zajmuje dużo mniejszy areał, a jej uprawa po sobie praktykowana jest rzadko i marginalnie. Dlatego przytoczony przez Autora przykład z literatury obcej nie ma charakteru uniwersalnego i nie jest trafny dla warunków rolnictwa polskiego. Ponadto w tym rozdziale znalazły się drobne nieścisłości literowe:

- str. 6 i 7 – nazwisko autora Pannaci napisano inaczej niż w Bibliografii; str. 12- Stellaria (jest Stelaria), tobołki (jest tobołek), Galeopsis ladanum (jest G. nadanum); str. 15 i 108 – nazwisko autora brzmi Fotyma (jest Foryma); str.- 45 Pernak i in. 2015 – powinno być 2015a, b lub c, gdyż nie wiadomo którą pozycję Autor miał na myśli, 2015 bez litery w spisie literatury nie ma.

W kolejnym rozdziale pracy Autor podaje charakterystykę herbicydowych cieczy jonowych testowanych w badaniach własnych: dobór komponentów, strukturę chemiczną i właściwości. Informuje, że są one zbudowane z anionu herbicydowego w postaci metsulfuronu-metylu oraz jednego z sześciu różnych kationów organicznych należących do związków: 1) trimetyloamoniowych [CC] [MS-M]; 2) pirolidyniowych [BMPirol] [MS-M], 3) imidazoliowych [AMIM] [MS-M], 4) morfoliniowych [DEMorf] [MS-M], 5) pirydynowych [C₁₆Pir] [MS-M], 6) piperydyniowych [MPPip] [MS-M]. Syntezy cieczy jonowych przeprowadzono na Wydziale Technologii Chemicznej Politechniki Poznańskiej.

Ze względu na dwuetapowość badań *Metody, wyniki badań oraz ich podsumowanie* Autor zaprezentował w dwóch rozdziałach. Eksperyment wazonowy przedstawił w rozdziale 4, a dwa doświadczenia polowe w rozdziale 5.

Doświadczenie wazonowe przeprowadzono w szklarni. Badanymi czynnikami były: 1. Preparaty (herbicydowe cieczy jonowe) i 2. dawki metsulfuronu-metylu (1,2,4,8,12,32 g.s.a. · ha⁻¹). Skuteczność chwastobójczą porównywanych herbicydowych cieczy jonowych na tle herbicydu komercyjnego Galmet 20 SG określono na podstawie redukcji świeżej masy chabry bławatka, komosy białej i rzepaku ozimego. Uzyskane wyniki Autor wykorzystał do

wyznaczenia średniej dawki efektywnej ED_{50} , korzystając z modelu regresji nieliniowej i analizy statystycznej F .

W drugim etapie badań przeprowadzono dwa 3-czynnikowe eksperymenty polowe z uprawą pszenicy ozimej i jęczmienia jarego. Założono je w układzie bloków losowanych kompletnych. Czynnikiem doświadczenia były: 1- sześć herbicydowych cieczy jonowych, 2 - dwie lokalizacje (Dziki w woj. zachodniopomorskim i Kluczewo w woj. wielkopolskim), 3 - lata badań (Dziki: 2012-2014, Kluczewo 2013-2014). Dodatkowo związki jonowe porównano z herbicydami standardowymi: Galmet 20 SG, Granstar 75 WG, Granstar SX 50 SG.

Herbicydowe ciecze jonowe zastosowane w dawce $8 \text{ g s.c.} \cdot \text{ha}^{-1}$ oceniono pod względem skuteczności chwastobójczej oraz wpływu na kondycję roślin zbożowych, wielkość i jakość plonów ziarna, w tym na: MTZ, wilgotność, masę hektolitra, zawartość białka, skrobi, glutenu mokrego, ergosterolu oraz na współczynnik sedymentacji Zeleny'ego. Ponadto oznaczono pozostałości metsulfuronu-metylu w ziarnie pszenicy ozimej po zastosowaniu [BMPirol] [MS-M], [AMIM] [MS-M], [DEMorf] [MS-M].

Przyjęte metody badań, wykonanie obserwacji, pomiarów i obliczeń oraz opis warunków glebowo-klimatycznych i zabiegów agrotechnicznych nie budzą zastrzeżeń. Materiał dokumentacyjny zastawiono czytelnie.

Zasadniczą część pracy stanowi omówienie *Wyników badań*, wazonowych w podrozdziałach 4.2 i 4.3 oraz polowych w podrozdziale 5.3. Ze względu na ogrom materiału do analizy w ramach ostatniego podrozdziału wydzielono szereg mniejszych jednostek.

Zebrany materiał dowodowy jest spójny i stanowi w pełni oryginalne osiągnięcie naukowe Autora. Prezentacja wyników została wykonana w sposób zrozumiały. Podstawowy cel pracy jakim była ocena cieczy jonowych zawierających metsulfuron-metylu w ochronie pszenicy ozimej i jęczmienia jarego przed chwastami został osiągnięty. Na szczególne uznanie zasługuje umiejętne wykorzystanie różnych odpowiednich metod statystycznych.

Do najważniejszych i oryginalnych wyników rozprawy należy zaliczyć:

- herbicydowe ciecze jonowe istotnie różniły się wielkością dawek efektywnych ED_{50} w zwalczaniu trzech testowanych gatunków chwastów;
- dawki efektywne ED_{50} porównywanych związków jonowych były wielokrotnie mniejsze od dawek efektywnych herbicydu komercyjnego Galmet 20 SG;
- metsulfuron-metylu przekształcony w herbicydową ciecz jonową, jako preparat bardziej przyjazny środowisku niż środki komercyjne, może być z powodzeniem stosowany do zwalczania chwastów dwuliściennych w pszenicy ozimej i jęczmieniu jarym;

- użycie zalecanych dawek metsulfuronu-metylu w formie cieczy jonowej skuteczniej niszczy chwasty dwuliścienne, oprócz chabra bławatka i komosy białej, niż w tej samej dawce herbicyd referencyjny Galmet 20 SG;
- działanie chwastobójcze herbicydowych cieczy jonowych różni się w zależności od kationu użytego w procesie ich syntezy;
- zastosowany metsulfuron-metylu w postaci cieczy jonowych nie miał istotnie ujemnego wpływu na rozwój oraz plonowanie pszenicy ozimej i jęczmienia jarego, dorodność i cechy jakościowe ziarna; w porównaniu z obiektem kontrolnym stwierdzono istotny wzrost plonów zbóż na obiektach traktowanych ocenianymi związkami jonowymi;
- stwierdzono brak pozostałości metsulfuronu-metylu w ziarnie pszenicy ozimej po zastosowaniu herbicydowych cieczy jonowych.

W odniesieniu do tego rozdziału nasuwa się kilka uwag, których wyjaśnienie może być pomocne w trakcie redagowania pracy do druku:

1. W tabelach 14-17 sugeruję dodać w nagłówku „na obiektach kontrolnych” oraz wprowadzić do tabel wiersze: „inne gatunki ” i „ogółem liczba” lub tylko wiersz „ogółem liczba”. Informacje te dadzą pełny obraz stanu zachwaszczenia obiektów kontrolnych w poszczególnych lokalizacjach. Ponadto, uwiarygodniłyby także wyniki plonowania zbóż.
2. W przyjętej interpretacji wyników (str. 71-72) zabrakło odpowiedzi, który związek jonowy bardziej, a który mniej skutecznie niszczył poszczególne gatunki chwastów w każdym z punktów badawczych. Wydaje się, że bardziej czytelne byłoby omówienie zwalczania każdego gatunku chwastu przez wszystkie ciecze jonowe. W tym celu oprócz wartości granicznych (rocznych) pomocne byłyby wartości średnie z 3 (2) lat badań.
3. str. 71 - ostatni wiersz, określenie „średnio wrażliwymi” nie jest zgodne z obecnie obowiązującą w Polsce klasyfikacją wrażliwości chwastów. Średnia skuteczność z lat 2012-2014 wynosi dla chabra bławatka 67%, a komosy białej – 70%. Oznacza to, że są to gatunki średnio odporne.
4. str. 76 – komentarz do tabel 28 i 29 z analizami wariancji jest skromny i niezbyt dokładny. W pszenicy ozimej przy przedziale ufności 0,05 istotne interakcje preparat x lokalizacja występują w zwalczaniu wszystkich gatunków oprócz maruny nadmorskiej. Podobnie, przy tym przedziale ufności, statystycznie istotne różnice zostały potwierdzone w interakcji rok x lokalizacja, z wyjątkiem chabra bławatka i tasznika pospolitego. W interpretacji nie uwzględniono istotności działania poszczególnych czynników, a także interakcji preparat x lata x lokalizacja i preparat x rok. Analogiczne uwagi odnoszą się do jęczmienia jarego.

5. Co zdaniem Autora mogło mieć wpływ na tak niskie, prawie 2-krotnie niższe, plony ziarna pszenicy ozimej na obiekcie kontrolnym w 2012 roku w miejscowości Dziki?
6. Czy na podstawie uzyskanych wyników z badań własnych można wskazać herbicydowe ciecze jonowe, które najmniej korzystnie wpływały na plonowanie pszenicy ozimej i jęczmienia jarego?
7. str. 91 i 92 (tab. 40 i 41) – w interpretacji wyników analizy statystycznej Autor pomija zupełnie wpływ poszczególnych czynników badawczych na plony ziarna zbóż. Tymczasem wydajność jęczmienia jarego zależała istotnie od wszystkich czynników łącznie z ich interakcjami, a w pszenicy ozimej jedynie interakcja preparat x lokalizacja i preparat x rok x lokalizacja były nieistotne.

W podrozdziale 5.4 *Podsumowanie i dyskusja* Autor dokonuje przede wszystkim rekapitulacji wyników uzyskanych w badaniach własnych. Natomiast rozwinięcie szerokiej dyskusji z piśmiennictwem naukowym, wobec nowego, dopiero rozwijającego się kierunku badań i nielicznych publikacji jest praktycznie niemożliwe. Rozdział ten został napisany poprawnie, chociaż moim zdaniem zbyt ogólnie. Można było rozwinąć wątek skuteczności chwastobójczej herbicydowych cieczy jonowych wobec gatunków chwastów. Również stwierdzenie, że aktywność chwastobójcza cieczy jonowych była porównywalna do skuteczności działania herbicydu Galmet 20 G jest dużym uproszczeniem. Skromnie też potraktowano wpływ związków jonowych na plonowanie zbóż, zwłaszcza pszenicy ozimej. Tymczasem, z porównywanych cieczy jonowych najkorzystniejszy wpływ na wydajność ziarna, tak pszenicy ozimej, jak i jęczmienia jarego, miały [BMPirol] [MS-M], [AMIM] [MS-M] i [DEMorf] [MS-M]. Należy też zweryfikować ostatnie dwa zdania na str. 102. Jeżeli dotyczą one własnych wyników badań, to powoływanie się na cytowaną pozycję wprowadza w błąd.

Przedstawione w rozprawie wyniki badań podsumowuje 6 merytorycznie poprawnie sformułowanych wniosków.

Bibliografia obejmuje 130 pozycji, z czego ponad 72% stanowią publikacje obcojęzyczne. Dobór piśmiennictwa odpowiada problematyce pracy i jest prawidłowo cytowany w tekście. Drobnym przeoczeniem jest brak w wykazie piśmiennictwa publikacji Shapiro i Wilk [1965] cytowanej na stronie 49.

Przytoczone w recenzji uwagi nie podważają w zasadniczy sposób wysokiej merytorycznej i naukowej wartości badań zawartych w pracy doktorskiej. W większości mają one charakter dyskusyjny lub redakcyjny.

Reasumując, z całym przekonaniem stwierdzam, że mgr Grzegorz Głowacki wykonał dobrze zaplanowane metodycznie badania i zrealizował założony cel badawczy. Rozprawa napisana jest ładnym i poprawnym stylistycznie językiem, przygotowana w starannej i przejrzystej formie.

Rozprawa doktorska mgr Grzegorza Głowackiego pt: *Ciecze jonowe zawierające metsulfuron w ochronie pszenicy ozimej i jęczmienia jarego przed zachwaszczeniem*” stanowi interesujący, nowatorski i o dużym znaczeniu naukowym wkład w rozwój nowego proekologicznego kierunku w zakresie chemicznej ochrony roślin przed chwastami. Praca wyróżnia się aplikacyjnym charakterem i może przyczynić się do wzbogacenia asortymentu środków, alternatywnych do herbicydów standardowych. Tym samym spełnia wszystkie kryteria określone przez Ustawę w art. 13 ust. 1 ustawy z dnia 14.03.2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz.595 z późniejszymi zmianami). Tematyka i zakres badań w pełni kwalifikują pracę doktorską do ubiegania się przez Autora o stopień doktora nauk rolniczych w dyscyplinie agronomii. Wnioskuje zatem do Wysokiej Rady Naukowej Instytutu Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy w Poznaniu o dopuszczenie mgr Grzegorza Głowackiego do dalszych etapów przewodu doktorskiego.


Ewa Adamiak