

Olsztyn, dnia 26.02.2024

Prof. dr hab. Stanisław Sienkiewicz
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie
Katedra Chemii Rolnej i Ochrony Środowiska
ul. Oczapowskiego 8
10-744 Olsztyn

R E C E N Z J A

rozprawy doktorskiej mgr inż. Moniki Zająkały

na temat:

„Plon i jakość owoców kopru ogrodowego (*Anethum graveolens* L.)

w zależności od nawożenia azotem i mikroelementami”

wykonanej pod kierunkiem dr. hab. Wojciecha Kozery, prof. PBŚ

Opinię wykonałem na podstawie Uchwały nr 18/2023/2042 Rady Naukowej Dyscypliny *rolnictwo i ogrodnictwo* Politechniki Bydgoskiej im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich z dnia 8 grudnia 2023 roku w sprawie wyznaczenia recenzentów rozprawy doktorskiej mgr inż. Moniki Zająkały oraz pisma Pana prof. dr. hab. inż. Mirosława Kobierskiego Przewodniczącego Rady Naukowej Dyscypliny *rolnictwo i ogrodnictwo* z dnia 14 grudnia 2023 roku.

Nie wiem, czy znajdziemy w Polsce człowieka, który nie zna koperku czyli kopru ogrodowego. Najczęściej nie zastanawiamy się nad jego właściwościami, wystarczy nam świadomość, że jest to roślina przyprawowa o bardzo sympatycznym aromacie. Warto wiedzieć, że oprócz jej dużych walorów smakowych, jest także rośliną leczniczą i miododajną. Często podkreśla się znaczenie kopru wykazującego działanie przeciwutleniające, jako środka przeciwdrobnoustrojowego, a także konserwanta żywności. Jego olejek eteryczny ma zastosowanie w leczeniu zaburzeń żołądkowo-jelitowych (wzdęcia brzucha, zapalenie błony śluzowej żołądka, skurcze jelit). Składniki olejku eterycznego są wykorzystywane w przemyśle, np. karwon jest szeroko stosowany w branży zdrowotnej (w leczeniu chorób układu krążenia, raka i zaburzeń żołądkowych). W literaturze światowej znajdziemy prace wskazujące na znaczenie

Anethum graveolens jako zioła pozwalającego na kontrolę i leczenie cukrzycy oraz chorób układu krążenia. Koper ogrodowy wykazuje działanie hipolipidemiczne i hipoglikemiczne i zmniejsza częstość występowania powikłań cukrzycowych. Zatem koper ogrodowy należy zaliczyć do gatunków roślin o szerokim zastosowaniu. Aby jednak można było w pełni korzystać z wielu dobroczynnych walorów tej rośliny, trzeba zdobyć wiedzę dotyczącą jej jakości w zależności od różnych czynników. Jednym z najważniejszych czynników decydujących o ilości plonu i jego jakości jest nawożenie. Dlatego też uznaję, że badania mgr inż. Moniki Zająkały nad wpływem azotu i mikroelementów na plon i jakość owoców kopru ogrodowego są w pełni uzasadnione. Obejmują one ważne zagadnienia, a tak niedostatecznie rozpoznane w polskich badaniach. Jestem pewien, że opracowanie wyników tych badań w formie publikacji naukowych znacząco poszerzy dorobek naukowy w zakresie dyscypliny naukowej rolnictwo i ogrodnictwo.

Oceniana dysertacja to opracowanie składające się z typowych dla pracy doktorskiej rozdziałów. Tytuł rozprawy, moim zdaniem, został dobrze zredagowany. Kolejność rozdziałów jest logiczna, a ich tytuły są w zasadzie prawidłowe, oprócz małych niedociągnięć.

W rozdziale „Wstęp” Autorka uzasadniła przesłanki, którymi kierowała się podejmując badania będące podstawą do opracowania dysertacji doktorskiej. Uważam, że dobrym zwieńczeniem tego rozdziału byłoby określenie celów badań, które zostały zaprezentowane w rozdziale „Materiał i metody badań”. Niezbyt dobrze brzmi zdanie na str. 5: „Selen odgrywa ważną rolę w opublikowanej w latach 90-tych XX wieku hipotezie obrony pierwiastkowej...”. Myślę, że selen nie odgrywa ważnej roli w hipotezie – raczej ważną rolę w tej hipotezie przypisano temu pierwiastkowi.

„Przegląd literatury” w dysertacji Pani mgr inż. Moniki Zająkały przekracza 12 stron maszynopisu. Rozdział ten podzielono na trzy podrozdziały – w pierwszym zaprezentowano testowaną roślinę („Pochodzenie i morfologia kopru ogrodowego”). Drugi podrozdział poświęcono uprawie kopru ogrodowego i jego wykorzystaniu, a trzeci dotyczy nawożenia roślin zielarskich, w tym kopru oraz omówiono w nim znaczenie składników mineralnych w żywieniu roślin. Rozdział

ten oceniam jako napisany bardzo dobrze. Należy stwierdzić, że Autorka z dużą znajomością fachowej literatury zaprezentowała zagadnienia dotyczące zakresu badań, a należy dodać, że koper ogrodowy nie jest rośliną często będącą obiektem badań. Mam uwagi dotyczące niezbyt poprawnych sformułowań, które pojawiły się na str. 12: „Udział substancji czynnych w nasionach kopru przedstawia tabela 1.” Po pierwsze w tabeli tej podano udział substancji czynnych zawartych w olejku, nie w nasionach. Po drugie tabela niczego nie przedstawia, to Pani zamieściła dane w tej tabeli. Podobne sformułowania dotyczące tabel i rysunków występują także w dalszych częściach pracy.

Trzeci rozdział pracy doktorskiej „Materiał i metody badań” rozpoczyna się od prezentacji problemu badawczego, następnie Autorka przedstawiła hipotezę badawczą i cel badań. Nie mam zastrzeżeń do treści zawartych w wyżej przedstawionych podrozdziałach. Można było te dane zamieścić w innym miejscu, np. w oddzielnym rozdziale.

Badania ujęte w dysertacji doktorskiej to trzyletnie doświadczenie polowe prowadzone w latach 2018-2020. Doświadczenie prowadzono w układzie split-block w trzech powtórzeniach z dwoma zmiennymi czynnikami: dawka azotu (3 obiekty) i nawożenie mikroelementami (12 obiektów). Łącznie było to 36 obiektów, czyli 108 poletek. Już w tym momencie należy zauważyć, że podjęto bardzo duże wyzwanie związane z ogromem pracy.

W pod-podrozdziale 3.4.1. opisano warunki glebowe oraz podano najważniejsze zabiegi agrotechniczne jakie były prowadzone od wysiewu nasion do zbioru plonów. Napisano: „Na całej powierzchni doświadczenia zastosowano przedsiewne nawożenie fosforem w ilości $100 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ w formie superfosfatu potrójnego oraz $100 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ potasu w postaci soli potasowej 60% K_2O . Mam pytanie, czy podano dawki fosforu i potasu w formie tlenkowej (P_2O_5 i K_2O) czy pierwiastkowej (P i K).

W następnym pod-podrozdziale (3.4.2.) bardzo ładnie przedstawiono warunki meteorologiczne jakie panowały w czasie badań. Szczególnie wyraziście i w sposób dający dobry obraz warunków termiczno-wilgotnościowych wzrostu

i rozwoju testowanej rośliny w latach badań przedstawiono graficznie w formie klimatogramów Waltera w modyfikacji Łukasiewicza (rys. 1, 2a-2c).

W podrozdziale 3.5. podano metody oznaczeń chemicznych. Zaprezentowano w nim szeroki zakres procedur chemicznych, według których prowadzono oznaczenia wielu parametrów. Nie zawsze jednak zaprezentowano pełne dane. Napisano, że zawartość mikroelementów w glebie oznaczono metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej (ASA). Zgoda i tak pewnie było, ale należałoby napisać, że oznaczano zawartość przyswajalnych form mikroelementów i podać metodę ekstrakcji. Podobnie zabrakło informacji o metodach mineralizacji materiału roślinnego do oznaczania zawartości mikro- i makroelementów. Tytuł tego rozdziału „Analizy chemiczne i metody ich oznaczeń” nie został skomponowany najlepiej, bo nie ma czegoś takiego jak metody oznaczeń analiz chemicznych.

Ostatni podrozdział metodyczny poświęcono zaprezentowaniu metod statystycznych użytych do opracowania uzyskanych wyników badań. Omówiono w nim szczegółowo trój etapowy proces analiz statystycznych, które zaproponowano w taki sposób, aby jak najpełniej skwantyfikować wyniki badań własnych. W tym rozdziale znalazłem następujące zdanie: „Do tej prezentacji wybrano tylko dane uzyskane przy nawożeniu 60 kg N·ha⁻¹.” Otóż „przy nawożeniu” to rusycyzm i można było to zdecydowanie ładniej napisać po polsku. Ponadto napisano w tym rozdziale na stronie 30: „Wyniki obliczeń zestawiano w tabelach oznaczonych cyframi rzymskimi.” – nie znalazłem w pracy tabel oznaczonych cyframi rzymskimi, ale wiem, o które tabele chodzi – są oznaczone cyframi arabskimi.

„Wyniki badań i dyskusja” to oczywiście najważniejsza część pracy. Rezultaty uzyskane w czasie prac badawczych zamieszczono w tabelach oraz opracowano graficznie w formie rysunków. Takie opracowanie danych daje pełną możliwość ich śledzenia i oceniania. Szeroki zakres badań, dobrze przemyślana i dobrana metodyka oraz dopasowane do układu doświadczenia modele statystyczne stworzyły Autorce duże możliwości do interpretacji uzyskanych wyników. W omawianym rozdziale pracy wyniki badań podano w tabelach (tab. 3-23) zawierających średnie wyniki z trzech lat badań, które są efektem wykonanych

obliczeń statystycznych ujmujących wpływ jednoskładnikowych nawozów dolistnych z grupy Adob z łącznym działaniem nawożenia preparatami z krzemem i selenem na badane cechy kopru ogrodowego. W rozdziale tym zamieszczono również 21 rysunków (od 3 do 23). Z kolei w załączniku na końcu pracy zamieszczono wyniki uwzględniające lata badań (tab. 25-84).

Omówienie wyników zaczęto od zaprezentowania właściwości gleb, na których prowadzono doświadczenia polowe. Należy uznać, że warunki glebowe w kolejnych trzech latach badań były prawie takie same. Oczywiście odnotowuję to jako pozytywny aspekt pracy, bowiem dość wyrównane właściwości chemiczne gleb stwarzały porównywalne warunki do wzrostu i rozwoju roślin w kolejnych latach badań. Moim zdaniem dane te można było zamieścić w rozdziale 3.4.1. „Warunki glebowe i agrotechnika.”

Pierwszy w pełni wynikowy podrozdział zatytułowano „Plon nasion kopru”. Opisano w nim szczegółowo plony nasion uprawianej rośliny w zależności od czynników doświadczalnych i lat badań. Godne podkreślenia jest to, że Doktorantka omawiając wyniki badań własnych umiejętnie korzystała z danych literaturowych i konfrontowała je z osiągnięciami innych badaczy.

Następne dwa podrozdziały poświęcono zawartości makroelementów (4.2) i mikroelementów (4.3) w nasionach kopru. Spośród makroelementów mgr inż. Monika Zająkała uwzględniła azot, fosfor, potas, magnez i wapń, a ujęte w badaniach mikroelementy to: mangan, miedź cynk i żelazo. Podobnie jak w poprzednim rozdziale, także w tym Doktorantka skrupulatnie, ale z dystansem opisała wyniki badań własnych konfrontując je z danymi literaturowymi.

Wartość i znaczenie prozdrowotne roślin zielarskich, w tym kopru zależy przede wszystkim od zawartości w nich substancji biologicznie czynnych. Doktorantka zajęła się tym problemem w podrozdziale 4.5. zatytułowanym „Podstawowe wyróżniki prozdrowotne nasion kopru”. W ocenianej pracy zajęto się zawartością następujących związków organicznych w nasionach kopru zwyczajnego: olejek eteryczny, chlorofil ogółem i chlorofil a, karotenoidy, kwas chlorogenowy, cukry ogółem, cukry redukujące, polifenole ogółem, flawonoidy ogółem. Autorka pracy zajęła się również wpływem azotu i wybranych

mikroelementów na udział chlorofilu a w ogólnej zawartości chlorofilu oraz aktywnością antyoksydacyjną nasion kopru. Wszystko, podobnie jak w poprzednich rozdziałach, opisano poprawnie i wykorzystano dane literaturowe do konfrontacji wyników własnych badań z efektami opublikowanymi przez innych badaczy.

Kolejnemu rozdziałowi w spisie treści nadano numer 5, z kolei w tekście pracy występuje pod numerem 4 (ten błąd był powielany w dalszych rozdziałach pracy). Rozdział ten zatytułowano „Wieloechowa analiza składu chemicznego nasion kopru w warunkach zróżnicowanego nawożenia roślin”. Moim zdaniem jest to część wynikowa pracy i powinna znaleźć się w rozdziale „Wyniki i dyskusja” z numerem 4.6. W rozdziale tym, na podstawie wykonanych analiz statystycznych, w zależności od zastosowanego mikronawozu ADOB stosowanego z krzemem, selenem lub bez Si i Se porównano przebieg profili wieloechowych utworzonych przez zespoły badanych cech nasion kopru nawożonego $60 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$. W zestawieniach tych uwzględniono wszystkie badane cechy nasion testowanej rośliny. Ta część pracy jest bardzo wymownym podsumowaniem badań i została opracowana bardzo dobrze. Małym niedociągnięciem jest powtórzenie prawie takiego samego tekstu na str. 106 (przed rys. 24a) i na str. 108 (po rys. 24 d).

Dwa rozdziały wynikowe pracy doktorskiej (4 i 5) oceniam jako dobrze napisane. Doktorantka z dystansem opisała uzyskane wyniki. Świadczy to o Jej dobrym rozumieniu skomplikowanych przemian zachodzących w glebie oraz uwarunkowań decydujących o działaniu azotu i wybranych mikroelementów na plon i jakość nasion kopru ogrodowego. Niezaprzeczalnym atutem tego rozdziału jest to, że Doktorantka przedstawiając wyniki badań własnych nie ograniczyła się tylko do opisu zmian zachodzących pod wpływem czynników doświadczalnych, lecz starała się je wyjaśnić i zinterpretować.

Pani mgr inż. Monika Zająkała zakończyła pracę doktorską 8 wnioskami. Wnioski sformułowano dość szeroko, a treści w nich zawarte mają pełne potwierdzenie w wynikach uzyskanych w czasie trzyletnich badań. Do wniosków mam kilka uwag:

- we wniosku nr 2 napisano: „...stwierdzono w nasionach przyrost ilości składników mineralnych (azotu ogólnego, fosforu ogólnego, potasu, magnezu, manganu)...” – lepiej by brzmiało zawartości zamiast ilości,
- wniosek nr 6 sformułowano niezbyt ładnie bo „...oraz jego kombinacje z selenem i krzemem...” – jakie kombinacje? i „...nie determinowały w istotny sposób wartości parametrów jakościowych...” – nie ma istotnych sposobów to różnice są istotne bądź nie. Myślę, że niekoniecznie dobrym rozwiązaniem jest używanie określenia „wartości parametrów jakościowych” – według mnie wystarczyłoby napisać np.: Zn, Zn + Se lub Zn + Si nie zmieniały istotnie parametrów jakościowych nasion kopru.
- we wniosku nr 7 napisano kolejny raz o ilości makroelementów, a powinno być zawartości. I jeszcze jedno „...w przypadku aplikacji selenu w miejsce krzemu...? Nie stosowano selenu w miejsce krzemu – to były różne obiekty doświadczalne.

Po wnioskach zamieszczono spis piśmiennictwa wykorzystanego w pracy doktorskiej. Wystąpiły w nim nieliczne błędy. I tak pozycje nr 19, 98 i 131 nie zostały zacytowane w tekście pracy. Pozycja numer 122 została źle podana i źle zacytowana – należało podać nazwiska redaktorów naukowych (Marcinek J i Komisarek J.). Z kolei w odniesieniu do pozycji 143 niepoprawnie podano nazwisko autorki – w spisie literatury podano Starck, zacytowana została jako Strack (str. 5), a autorką jest Pani profesor Zofia Starck. Z kolei na str. 59 powołano się na pozycję Stępień i in. (2015) a takiej nie ma w spisie literatury.

Na stronach 126-128 zamieszono streszczenie w języku polskim, a na stronach 129-131 w języku angielskim. Obydwa streszczenia poprzedzono słowami kluczowymi i wszystko przygotowano tak, jak należało to zrobić.

Podjęcie tak szerokich i o dużym znaczeniu naukowym i utylitarnym badań było dużym wyzwaniem, a do najbardziej wartościowych elementów ocenianej dysertacji zaliczam:

1. udowodnienie, że nie ma konieczności stosowania dużych dawek azotu w uprawie kopru ogrodowego na nasiona, ze względu na ilość i jakość plonu może wystarczać dawka wynosząca $60 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$;

2. stwierdzenie, że wzrost dawki azotu może powodować zmniejszenie zawartości w nasionach kopru: olejku eterycznego, chlorofilu a, cukrów redukujących, polifenoli oraz aktywności antyoksydacyjnej, co oznacza pogorszenie jakości;
3. wykazanie, że zawartość składników prozdrowotnych w nasionach kopru ogrodowego w mniejszym stopniu zmieniała się w zależności od nawożenia niż zawartość podstawowych składników mineralnych (makro- i mikroelementów);
4. wykazanie, że w warunkach średniej zasobności gleby w przyswajalny cynk nie ma konieczności stosowania tego mikroelementu w uprawie kopru ogrodowego;
5. wskazanie na pozytywne oddziaływanie nawożenia miedzią na zawartość prozdrowotnych składników w nasionach kopru ogrodowego, szczególnie w warunkach równoczesnego nawożenia selenem lub krzemem.

Uwagi krytyczne dotyczące całej pracy:

1. różna numeracja rozdziałów w spisie treści i w tekście pracy od numeru 4;
2. niekoniecznie zawsze należy używać wyrażenia wielkość plonu – wystarczy plon, np.: plon nasion kopru wynosił zamiast wielkość plonu nasion kopru wynosiła;
3. w pracy często używane było słowo spadek, np. spadek plonu lub spadek zawartości; wydaje mi się, że lepszym określeniem jest wyrażenie zmniejszenie plonu lub zmniejszenie zawartości;
4. w tytułach tabel, rysunków i w tekście pracy występuje bardzo często takie określenie „...w zależności od dawki nawożenia azotem...” – moim zdaniem Autorka miała na myśli dawkę składnika, czyli powinno być napisane w zależności od dawki azotu;
5. w załączniku zamieszczono tabele i ponumerowano je od 25 do nr 84, a Autorka omawiając wyniki badań powołuje się na kolejne załączniki

od 25 do 84 – załącznikami były tabele i należało na tabele powoływać się;

6. moim zdaniem najnowsze pozycje literatury powinny być uzupełnione o DOI (digital object identifier).

Wykonanie pracy doktorskiej było związane z koniecznością posługiwania się przez Autorkę metodami: fizycznymi, chemicznymi i statystycznymi. Mgr inż. Monika Zająkała wykazała dobre opanowanie tych metod i zaprezentowała się jako dobrze zapowiadająca się badaczka. W recenzowanej rozprawie przedstawiono badania o szerokim zakresie, zaprezentowano wielokryteriową ocenę nasion kopru ogrodowego.

Zamieszczone w dysertacji wyniki badań oraz ich szczegółowa analiza i końcowe wnioski są zgodne z celem pracy, świadczą o dużej wiedzy teoretycznej i dobrym przygotowaniu Autorki. Jeszcze raz podkreślam, że recenzowana praca mgr inż. Moniki Zająkały ma dużą wartość poznawczą i użyteczną. Moje krytyczne uwagi zawarte w recenzji nie mają wpływu na merytoryczną ocenę rozprawy, mają charakter dyskusyjny (często podkreślałem swoje zdanie) lub są typu redakcyjnego.

Stwierdzam zatem, że praca doktorska mgr inż. Moniki Zająkały nt.: „Plon i jakość owoców kopru ogrodowego (*Anethum graveolens* L.) w zależności od nawożenia azotem i mikroelementami” spełnia wymogi określone w Ustawie o stopniach i tytule naukowym w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 roku (Dz.U. 2003 nr 65 poz. 595 wraz z późniejszymi zmianami) oraz ustawie z dnia 20 lipca 2018 r., Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2018 poz. 1668). W związku z powyższym stawiam wniosek do Rady Naukowej Dyscypliny *rolnictwo i ogrodnictwo* Politechniki Bydgoskiej im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich o dopuszczenie mgr inż. Moniki Zająkały do publicznej obrony pracy doktorskiej w zakresie dyscypliny naukowej rolnictwo i ogrodnictwo.

prof. dr hab. Stanisław Sienkiewicz