



Dr hab. inż. Paweł Krystian Bereś, prof. IOR-PIB
Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy
Terenowa Stacja Doświadczalna w Rzeszowie

Rzeszów, 16.04.2021

RECENZJA PRACY DOKTORSKIEJ

p.t.

„Porównanie skuteczności działania klasycznych i alternatywnych środków ochrony roślin przed zarazą ziemniaka”

wykonanej przez

mgr Karola Skrobacz

w Zakładzie Chemii i Toksykologii Żywności, Kolegium Nauk Przyrodniczych, Uniwersytetu Rzeszowskiego pod kierunkiem Pana dr hab. Macieja Balawejdera prof. UR oraz Pani dr Małgorzaty Szostek

Podstawą wykonania recenzji jest Uchwała nr 33/02/2021 Rady Naukowej Kolegium Nauk Przyrodniczych Uniwersytetu Rzeszowskiego z dnia 18 lutego 2021 roku.

1. Wybór tematyki badawczej i cel badań

Ziemniak (*Solanum tuberosum* L.) to jedna z najważniejszych roślin jadalnych uprawianych w świecie. Według szacunków FAO liderami w produkcji tej rośliny jest Azja, a dokładnie Chiny i Indie, które odpowiadają za ponad 40% produkcji światowej bulw. Drugim najważniejszym producentem jest Europa, a trzecim kontynent amerykański. Obok wykorzystania spożywczego i paszowego bardzo szerokie jest także wykorzystanie tej rośliny dla celów przemysłowych, zwłaszcza w kontekście pozyskiwanej skrobi. Wspomnieć również należy, a co Doktorant także ujął w swojej rozprawie, że ziemniak zaczyna być „odkrywany” od nowa z uwagi na swoje właściwości odżywcze, a sam postęp hodowlany dostarczający na rynek przeróżne odmiany o różnym kształcie, kolorze, smaku, a także przydatności przetwórczej wskazuje na ogromne zróżnicowanie w ramach tego gatunku.

Polska jest ważnym producentem ziemniaka w Europie, choć na przestrzeni ostatnich kilkudziesięciu lat znacząco zmniejszyła się powierzchnia uprawy tej rośliny. Tu warto wspomnieć choćby o tym, że w latach 50. minionego wieku areał uprawy ziemniaków w Polsce wynosił 2,6 mln ha, stąd była to roślina strategiczna. W latach 60. i 70. ubiegłego wieku ziemniaki zajmowały w kraju powierzchnię zbliżoną do 3 mln ha. Na przełomie lat 60. i 70. Polska stała się światowym centrum uprawy ziemniaków, zajmując w Europie, ale i na świecie drugie miejsce tuż po byłym ZSRR. Od lat 80. ubiegłego wieku następował systematyczny

spadek powierzchni uprawy ziemniaka, którego skutkiem jest obecna uprawa tej rośliny na powierzchni nieco ponad 300 tys. ha.

Ziemniak nadal ma jednak duże znaczenie gospodarcze, stąd też w gospodarstwach specjalistycznych prowadzi się działania zmierzające do ograniczania negatywnego wpływu na plonowanie tej rośliny ze strony czynników abiotycznych oraz biotycznych. Duża uwaga jest skierowana na ochronę roślin, gdyż roślinie tej obok stonki ziemniaczanej oraz kilku innym szkodnikom zagrażają też bardzo groźne choroby mogące zniweczyć cały trud włożony w uprawę. Jedną z ważniejszych jest zaraza ziemniaka wywoływana przez organizm grzybobodobny *Phytophthora infestans*. To jedna z najgroźniejszych chorób tej rośliny, która w lata epidemicznego pojawu jest w stanie zniszczyć do 70% plonu, a przy wczesnym (od maja) pojawie nawet do 100%. W tym miejscu warto też przytoczyć historię, gdyż ten mikroskopijny organizm był m.in. odpowiedzialny za wielki głód, który nawiedził Irlandię w latach 1845–1849. To tylko pokazuje jak ciągle jest groźny i jak ważna jest ochrona roślin.

Tematykę związaną z uprawą ziemniaka i jej najgroźniejszą chorobą uważam zatem za trafnie dobraną, tym bardziej, że województwo Podkarpackie jest regionem, w którym zaraza ziemniaka dobrze się rozwija, zwłaszcza w lata ciepłe i wilgotne. Dodatkowo, w związku z koncepcją Europejskiego Zielonego Ładu, który zakłada redukcję stosowania chemicznych środków ochrony roślin o 50% do 2030 roku trafne jest poszukiwanie alternatywnych rozwiązań mogących pomóc rolnikom w ograniczaniu strat w plonach. Za taką alternatywę Doktorant uznał choćby wykorzystanie ozonu oraz nadtlenu wodoru.

W ramach wykonanych badań, mgr Karol Skrobacz postawił sobie za cel sprawdzenie czy ozon i nadtlenek wodoru mogą ograniczać zarazę ziemniaka w porównaniu do klasycznej ochrony roślin z wykorzystaniem fungicydów chemicznych, ale także czy wpływają na wysokość plonu i jego wybrane parametry jakościowe. W celu weryfikacji tego zagadnienia Doktorant sformułował dwie hipotezy badawcze:

H1 – ozon i nadtlenek wodoru przyczyniają się do ograniczenia porażenia ziemniaków przez zarazę ziemniaka,

H2 – stosowanie ozonu i nadtlenu wodoru do ochrony roślin wpływa na ich skład chemiczny.

W moim przekonaniu hipotezy badawcze zostały poprawnie sformułowane, a zarazem tematykę badań należy uznać za innowacyjną, która poszerza wiedzę podstawową, ale przede wszystkim ma aspekt praktyczny.

2. Uwagi ogólne o rozprawie doktorskiej

Przedkładana do oceny rozprawa obejmuje łącznie 98 stron jednolitego tekstu. Została podzielona na 8 rozdziałów głównych tj. (1.) Wstęp, (2) Przegląd literatury, (3) Problem badawczy i cel badań, (4.) Metodyka badań, (5.) Warunki prowadzenia doświadczenia, (6.) Wyniki badań i dyskusja, (7.) Wnioski oraz (8.) Literatura. W odniesieniu do rozdziałów: 2, 4, 5 i 6 zostały wydzielone podrozdziały, a dodatkowo w rozdziałach 4 i 6 także

i podpodrozdziały. Całość pracy kończą: Spis tabel, Spis rycin, a także Streszczenie w języku polskim i angielskim.

Przyjęty układ jest typowy dla tego typu przyrodniczych prac naukowych, a dodatkowe wydzielenie podrozdziałów sprawia, że praca jest czytelniejsza dla odbiorcy. Słowo pisane omawiające doświadczenie i jego rezultaty uzupełniają 4 tabele i aż 26 rysunków, wśród których są także i fotografie (rys. 2-6). Tutaj jednak drobna uwaga, że zwykle fotografie podpisuje się w pracach jako „Fotografia”, tak, żeby choćby odróżnić je od wykresów tworzonych w programach graficznych. Wszystkie wykresy i tabele są kluczowe i w sposób klarowny opisują uzyskane wyniki, głównie z analiz laboratoryjnych, a zarazem fotografie pozwalają czytelnikowi niejako przenieść się w rejon badań i zapoznać z wyglądem wytworzonego urządzenia, wyglądu roślin, ale i całej plantacji. Warto dodać, że fotografie są autorstwa Doktoranta.

Praca została napisana poprawnym językiem, zrozumiałym dla czytelnika, ale jednocześnie z użyciem fachowego słownictwa. Doktorant nie ustrzegł się jednak pewnych błędów interpunkcyjnych, a niekiedy także stylistycznych, w tym użycia specyficznych słów jak np. „podrażnienie” a powinno być „porażenie”, czy też choćby „wybuch zarazy” co lepiej byłoby zamienić na „rozwój zarazy”. Nie są to jednak błędy wpływające na wartość merytoryczną pracy.

3. Uwagi szczegółowe i merytoryczne ustosunkowanie się do poszczególnych części rozprawy

Tytuł pracy odpowiada treści rozprawy doktorskiej, niemniej w pracach z zakresu ochrony roślin, często się uwypukla to co jest kwintesencją badań. W moim przekonaniu wskazanie w tytule o wykorzystaniu ozonu i nadtlenu wodoru w próbie ochrony ziemniaka przed jego najgroźniejszą chorobą oraz na wysokość i jakość plonu byłoby dobrym rozwiązaniem zamiast użycia słowa „alternatywny”. Alternatywny wskazuje jednoznacznie na coś zastępczego, na co może działać, a jak dowiadujemy się z badań nie do końca tak było. Można zatem rzec, że były to rozwiązania „potencjalnie alternatywne”. Poza tym powstaje pytanie, czy w odniesieniu do ochrony ziemniaka przed zarazą ziemniaka, ozon i nadtlenek wodoru możemy na ten moment nazwać środkiem ochrony w jednoznacznym tego słowa znaczeniu? Tu mam wątpliwości. Wszelkie jednak kwestie związane z tytułem pracy można będzie zrewidować w trakcie przygotowywania pracy naukowej z tej tematyki, która powinna powstać z uwagi na cenne wyniki, które wnoszą nowe informacje do nauki.

We Wstępie Doktorant zwięźle nakreślił problem badawczy związany z uprawą ziemniaka i jej najgroźniejszą chorobą, którą jest zaraza ziemniaka, w tym koniecznością poszukiwania alternatywnych do walki chemicznej rozwiązań w ograniczaniu jej szkodliwości. Nie mam uwag do tego rozdziału.

Przegląd literatury zajmuje 15 stron maszynopisu. Został słusznie podzielony na 8 podrozdziałów. W pierwszym Autor nawiązuje do pochodzenia ziemniaka, krótko opisuje historię pojawu tej rośliny w Europie, a także wskazuje do znaczenia ziemniaka jako jednej



z ważniejszych roślin uprawianych na świecie. Przytacza w tym miejscu aktualne dane FAOSTAT związane z powierzchnią uprawy tej rośliny na świecie, ale także i w Polsce. W tym miejscu aż prosi się krótkie nawiązanie do historii uprawy ziemniaka w Polsce, choćby od lat 60-70. minionego wieku, gdy nasz kraj był potentatem w ich uprawie na skalę europejską. Można było w tym miejscu za pomocą jednego wykresu pokazać, jak zmieniała się powierzchnia uprawy tej rośliny a także plonowanie. Dane takie są ogólnie dostępne w literaturze.

W drugim podrozdziale Doktorant wskazuje na charakterystykę biologiczną i kierunki hodowli tej rośliny, a w trzecim podrozdziale dość szczegółowo opisuje skład chemiczny, w tym wartości odżywcze oraz kierunki wykorzystania tej rośliny. Podrozdział czwarty to syntetyczny opis jakie wymagania glebowo-klimatyczne ma ziemniak i z czego wynika rejonizacja uprawy, także w kontekście preferencji regionalnych konsumentów np. związanych z kolorem mięszu. Nie mam żadnych uwag do tych podrozdziałów, podobnie jak i do podrozdziału piątego, w którym Doktorant zwraca uwagę na agrotechnikę w uprawie ziemniaka.

Z uwagi na to, że praca doktorska jest ukierunkowana na zarazę ziemniaka, stąd też w szóstym podrozdziale w Przeglądzie literatury jest zawarty syntetyczny opis tej choroby. Tutaj Doktorant bardzo krótko wskazuje na znaczenie gospodarcze tej choroby oraz na czynniki sprzyjające jej rozwojowi (głównie pogoda) po czym przechodzi do syntetycznego opisanie sposobów ograniczania szkodliwości tej choroby, w tym hodowlę odmian, zabiegi profilaktyczne oraz chemiczne. Biorąc pod uwagę znaczenie zarazy ziemniaka i obrania jej jako celu przygotowania rozprawy doktorskiej uważam, że podrozdział ten powinien być jednak potraktowany priorytetowo. Zabrakło mi tu choćby opisu cyklu rozwojowego tej choroby, a jest on kluczowy przy planowaniu działań ochrony roślin. Zabrakło mi wskazania, że w sytuacjach wysokiej presji ze strony patogena, ziemniak (zwłaszcza ten przetwórczy na chipsy, frytki) wymaga bardzo intensywnej ochrony chemicznej przy uprawie odmian podatnych na porażenie (głównie późnych), czasem przekraczającej liczbę 10 zabiegów opryskiwania roślin w sezonie wegetacyjnym. Poza tym zasadne byłoby w tym miejscu wskazanie choćby na systemy monitoringu i sygnalizacji potrzeby oraz terminu zwalczania zarazy ziemniaka jakie są w Polsce, ale i krajach ościennych. Przykładem jest choćby Platforma Sygnalizacji Agrofagów IOR-PIB, system decyzyjny NegFry i inne. Bardzo dobrze byłoby tu umieścić choćby syntetyczny opis jakie substancje czynne są zarejestrowane przeciwko tej chorobie w Polsce, co też byłoby zasadne, gdyż Doktorant w ramach badań prowadził działania ochrony chemicznej. Zawarcie zatem informacji o substancjach czynnych pozwoliłoby też odnieść się do tego, dlaczego w doświadczeniu użyto takie a nie inne substancje czynne.

Pozostałe dwa podrozdziały (siódmy i ósmy) to odniesienie się Doktoranta do charakterystyki i wykorzystania ozonu i nadtlenu wodoru w rolnictwie i przemyśle spożywczym. Są to także bardzo ważne podrozdziały, zważywszy także i na to, że wiąże się z nimi duże nadzieje, w tym są już używane choćby przemyśle medycznym, ale i w rolnictwie. Zagadnienie szerszego wykorzystania ozonu i nadtlenu wodoru było i jest przedmiotem analiz badaczy, w związku z czym zajęcie się tą tematyką przez Doktoranta jako potencjalnych

środków biobójczych jest bardzo ważne i warte docenienia. Nie mam uwag do tych podrozdziałów, chociaż trzeba też wspomnieć, że literatura przedmiotu nie jest tak bogata i obszerna w odniesieniu do rolnictwa jak choćby w przypadku konwencjonalnej metody ochrony roślin.

W trzecim podrozdziale „Problem badawczy i cel badań”, Doktorant krótko i zwięźle zaakcentował cel badawczy i opisał dwie hipotezy badawcze, które już zostały przytoczone we wstępie do niniejszej recenzji.

W pracach badawczych kluczową rolę odgrywa metodyka i jej właściwe zaprezentowanie. W rozdziale 4 (Metodyka badań) Doktorant aż na 11 stronach opisał to zagadnienie. Bardzo trafne było podzielenie metodyki na podrozdziały oraz dodatkowe podrozdziały, zwłaszcza w tej części pracy, która nawiązywała do badań laboratoryjnych.

Za bardzo trafne posunięcie uważam wykonanie wstępnego doświadczenia wazonowego, którego celem było określenie stężenia (dawki) oraz czasu fumigacji roślin ozonem oraz nadtlenkiem wodoru i obserwacja reakcji roślin na te działania. Wyniki z tych badań zostały wcześniej opublikowane (w roku 2020) w czasopiśmie *Agronomy* oraz *Sustainability* roku, w których Doktorant jest jednym ze współautorów.

Z chwilą wytypowania bezpiecznych dawek i czasu ekspozycji roślin na ozon i nadtlenek wodoru Doktorant przystąpił do realizacji głównego celu badań jakim były doświadczenia polowe i laboratoryjne. W metodyce opisującej model doświadczalny (rozdział 4.2) zostały wymienione obiekty doświadczalne. Całe doświadczenie przyjęło postać jednoczynnikowego doświadczenia mikroplotkowego założonego metodą bloków losowanych w czterech powtórzeniach. Badania polowe wykonywano na odmianie ziemniaka *Agria* na plotkach o powierzchni 6m² każde.

Obok kontroli (bez zabiegów), Doktorant uwzględnił trzy dodatkowe obiekty: stosowanie nadtlenu wodoru, ozonu oraz ochrony fungicydowej (razem cztery obiekty doświadczalne). W tej części jednak pracy Doktorant nie wymienił pełnych nazw dwóch środków ochrony roślin jakie stosował do konwencjonalnej ochrony ziemniaka przed zarazą ziemniaka, w tym jakie substancje czynne zawierały oraz jaki był mechanizm ich działania na roślinie. To bardzo ważne informacje, zważywszy, gdy potem ochronę chemiczną porównuje się do działania ozonu i nadtlenu wodoru. W pracach badawczych z zakresu ochrony roślin jest to element kluczowy w metodyce. Uzupełniając te dane chciałem wskazać, że Doktorant w swoich badaniach użył zatem preparaty: Revus 250 SC (zawiera mandiproamid) o działaniu wgłębnym i powierzchniowym na roślinie, a także fungicyd Armetil M 72 WP (zawiera mankozeb i metalaksyl) o działaniu układowym i powierzchniowym. Oba preparaty posiadają rejestrację w ziemniaku. Pozostaje jednak pytanie do Doktoranta o dawki obu preparatów. W metodyce Autor wskazuje się na użycie preparatu Revus 250 SC w dawce 500 ml/ha, podczas gdy etykieta tego produktu wskazuje na dawkę 600 ml/ha. Z kolei preparat Armetil M 72 WP był stosowany w dawce 2 kg/ha, podczas gdy etykieta środka wskazuje na dawkę 2,5 kg/ha. W etykietach obu środków nie wskazuje się na dawki niższe niż wymieniono. Z czego zatem wynika obniżenie dawek obu preparatów poza tymi, które są zapisane w etykietach?

Oczywiście dawki obniżone można stosować na własną odpowiedzialność, jednak co o tym zdecydowało, że odstąpiono od tych zapisanych w etykietach?

Za niedopatrzenie uważam również brak wymienionych w metodyce, ale i w dalszej części pracy terminów (konkretnych dat) w których stosowano zabiegi ochrony roślin, tak tradycyjnych, jak i niekonwencjonalnych. Mało tego, w pracach z zakresu ochrony roślin panuje zasada, że obok dat podaje się już także fazę rozwojową rośliny w skali BBCH. Takie fazy są zresztą zapisywane również i w etykietach środków ochrony roślin. Fazy te są zmienne choćby w zależności od daty sadzenia, przebiegu pogody, wczesności odmiany, ale warto je wymieniać w pracach naukowych, co jest już standardem.

Nie znalazłem także w pracy schematu wykonywania chemicznych zabiegów ochronnych, czyli ile łącznie zabiegów wykonano w poszczególnych sezonach wegetacyjnych, w tym czy preparaty stosowano naprzemiennie, czy może w innym układzie np. dwa razy pod rząd ten sam preparat, a kolejne dwa zabiegi już z użyciem drugiego fungicydu. Zaplanowanie programu zabiegów jest w tym przypadku kluczowe i powinno być zostało opisane. Oba środki chemiczne mają zapis o działaniu zapobiegawczym jak i interwencyjnym, ale dobrze byłoby wiedzieć jak je stosowano. Pod rysunkami w części dotyczącej wyników pojawiają się określenia typu „Termin 1”, „Termin 2” itd. ale nie są one określone w metodyce, zatem nie wiadomo o jakie konkretnie daty chodzi. Są to terminy oceny zarazy ziemniaka na roślinach, ale czy są tożsame z terminami zabiegów ochrony roślin? Elementy, których zabrakło w metodyce rozprawy doktorskiej powinny być uwzględnione w pracy naukowej jaka będzie ewentualnie tworzona z wyników, które uzyskano.

W metodyce Doktorant bardzo mocno się skupił na opisie stanowiska, na którym były uprawiane ziemniaki. Dokładnie opisał jakie analizy z szeroko rozumianego gleboznawstwa były wykonane celem opisanego stanowiska uprawowego. Brakuje mi jednak informacji jakie nawozy mineralne zastosowano i w jakich dawkach, zwłaszcza że analiza gleby miała dać odpowiedź jakie składniki pokarmowe należy wnieść na stanowisko. W metodyce został scharakteryzowany przedplon, stąd wiadomo, że nie była to monokultura. Opisano także termin sadzenia, rozstaw międzyrzędzi, zwalczanie chwastów (ręczne), zwalczanie szkodników (ręczne – stonka ziemniaczana), czy też terminy zbioru plonu. Pod kątem oceny nasilenia występowania zarazy ziemniaka wskazano na 9-stopniową skalę porażenia, która jest powszechnie stosowana m.in. w badaniach COBORU.

Na szczególne wyróżnienie zasługuje fakt, że dla celów badawczych Doktorant stworzył urządzenie do procesu ozonowania roślin na polu uprawnym. Jak można przeczytać nie obyło się bez pewnych problemów, dlatego szczególnie tutaj chcę podkreślić determinację Doktoranta, ale i jego pomysłowość. Zestaw do fumigacji roślin ozonem w trakcie badań ulegał modyfikacjom w zależności od problemów jakie napotykało. Dołączone do rozprawy fotografie pokazują, jak urządzenie wyglądało w praktyce. Dzięki dokładnemu opisowi budowy urządzenia, ale i napotkanych trudności i podjętych środków zaradczych uważam, że jest to bardzo dobrze opisana część pracy, wręcz o charakterze innowacyjnym. Oczywiście kwestią do dyskusji pozostaje praktyczne użycie takiej maszyny na polach uprawnych, czy też choćby możliwość jej agregacji np. z traktorem, gdyby okazało się skuteczne, ale kluczowe znaczenie



ma fakt, że udało się pozytywnie stworzyć Doktorantowi urządzenie do aplikacji ozonu. W tym miejscu jednak pytanie do Doktoranta – jakim sprzętem aplikowano nadtlenek wodoru i preparaty chemiczne?

W Metodyce bardzo dokładnie Doktorant opisał oceny laboratoryjne którym został podany plon m.in. na zawartość skrobi, witaminy C, aktywności antyoksydacyjnej, całkowitej zawartości związków polifenolowych, całkowitej zdolności antyutleniającej, czy też ogólnej zawartości mikro- i makroelementów. Nie mam uwag do tej części metodyki, gdyż została ona opisana dokładnie i z zastosowaniem metod, które pozwalają uzyskać rzetelne wyniki. Podobna sytuacja związana jest z oceną statystyczną, która została prawidłowo dobrana pod tego typu doświadczenia i wykonana w programie Statistica.

Pomimo pewnych krytycznych uwag metody badawcze zostały dobrze dobrane i gwarantowały poprawną realizację doświadczenia.

W rozdziale 5 pt. „Warunki prowadzenia doświadczenia”, Doktorant bardzo szczegółowo opisuje stanowisko, na którym uprawiane były uprawiane ziemniaki, w tym pod kątem zawartości składników pokarmowych, a także syntetycznie charakteryzuje przebieg pogody w oparciu o warunki pogodowe. Jest to ważny rozdział, który zasadniczo można było włączyć do Metodyki. Czynniki meteorologiczne, a w szczególności wilgotność i temperatura mają istotny wpływ na występowanie i poziom nasilenia zarazy ziemniaka w poszczególnych sezonach wegetacyjnych.

W rozdziale 6, Doktorant przedstawił na 33 stronach wyniki uzyskane z przeprowadzonego doświadczenia, a także poddał je dyskusji, stąd nie ma już odrębnego rozdziału poświęconemu zestawieniu własnych obserwacji z tym co podaje literatura przedmiotu. W rozdziale tym dzięki wyodrębnieniu podrozdziałów w przejrzysty sposób zaprezentowano osiągnięcia będące przedmiotem niniejszej oceny. Wyniki to najobszerniejszy rozdział w dysertacji, a zarazem o największej wadze merytorycznej.

Badania Doktoranta trwały 3 lata (2016-2018). Obejmowały część polową prowadzoną w okolicach Łańcuta oraz część laboratoryjną prowadzoną na Uniwersytecie Rzeszowskim.

Oceniając część polową w kontekście występowania zarazy ziemniaka należy wskazać, że we wszystkich latach badań występowała ta choroba na roślinach odmiany Agria, przy czym największą szkodliwość tej choroby odnotowano w pierwszym i trzecim roku badań. Duży wpływ na pojaw choroby miały warunki pogodowe. Jest to bardzo dobrze widoczne na rysunku 8 i 9. Na obu tych rysunkach daje się także zaobserwować wzrost zagrożenia patogenem wraz z upływem czasu, co dobrze widać analizując dane z 3 i 4 terminu obserwacji. To naturalne zjawisko wskazujące na rozwój grzyba i opanowywanie przez niego kolejnych tkanek, ale zarazem wskazujące na to, czy użyte metody ochrony roślin ograniczały ten rozwój.

Zastosowane zabiegi ochrony roślin konwencjonalne (ochrona chemiczna) i alternatywne (ozon, nadtlenek wodoru) wykazywały zróżnicowane działanie pod kątem ich wpływu na porażenie ziemniaka przez *Phytophthora infestans*. Pomimo budowy innowacyjnego urządzenia do fumigacji ozonem wykazał Doktorant, że zarówno ten gaz jak i nadtlenek wodoru nie miały istotnego wpływu na przestrzeni całego sezonu wegetacyjnego na obniżenie zagrożenia ze strony zarazy ziemniaka. Pomimo pewnych trudności

z początkowym działaniem urządzenia, w tym tego, że jego przemieszczanie w uprawie mechanicznie uszkadzało tkanki roślin, to wyniki jednoznacznie wskazują, że te alternatywne rozwiązania nie były w stanie skutecznie ochronić roślin przed patogenem. Doktorant owszem zaobserwował pewne różnice na korzyść alternatywnych rozwiązań w porównaniu do kontroli, niemniej patrząc w skali całego okresu wegetacji poziom ochrony był niewystarczający. Tutaj ponownie okazało się, że najlepszym zabezpieczeniem dla roślin były preparaty chemiczne dostępne w rejestrze. Ta część doświadczenia była jednym z najważniejszych elementów badań Doktoranta i pomimo efektu odwrotnego do tego jaki oczekiwałaby praktyka, jest to wynik ważny i potrzebny. Choć zarówno ozon jak i nadtlenek wodoru mają działanie grzybobójcze, to okazało się, że w warunkach polowych było ono niewystarczające. Pomijając kwestie techniczne aplikacji ozonu w typowym gospodarstwie wielkoobszarowym (bo raczej tu jest potrzeba innowacji na rzecz ograniczania chemizacji) to nasuwa się pytanie do Doktoranta, czy były robione może testy szalkowe w laboratorium z wykorzystaniem badanych czynników przeciwko *Phytophthora infestans*? Jeżeli nie, to może warto pod kątem pracy naukowej z Impact Factor zrobić taki test w warunkach kontrolowanej temperatury i wilgotności.

Badania Doktoranta wykazały także to, że w ujęciu syntetycznym na wysokość plonu bulw ziemniaka istotnie wpływał rok badań oraz zastosowane rozwiązanie przeciwko zarazie ziemniaka. Tu największy wpływ miała ochrona standardowa z wykorzystaniem fungicydów. Analizując wpływ ochrony roślin na plon bulw trzeba wskazać, że jego wysokość w dużej mierze zależy od terminu pojawu zarazy, ale i tempa rozwoju choroby. Im wcześniej grzyb się pojawia i szybciej rozwija w sprzyjających mu warunkach, tym straty w plonach większe. W badaniach Doktoranta można wskazać, że jedynie rok 2018 był takim, który znacząco ograniczył plonowanie ziemniaka.

Bardzo ciekawie prezentują się wyniki związane z laboratoryjną oceną jakości bulw chronionych na trzy sposoby w porównaniu do kontroli. O ile Doktorant nie zaobserwował zmian w zawartości skrobi, to już zaobserwował wzrost zawartości witaminy C, który był najwyższy na obiekcie poddanym ozonowaniu. W odniesieniu do aktywności antyoksydacyjnej to analiza za pomocą metody ABTS wykazała, że największą aktywność wykazywały bulwy poddane ozonowaniu, a w mniejszym stopniu chronione nadtlenkiem wodoru, ale tu zaznaczył się istotny wpływ ochrony fungicydowej, który ją obniżał. Te różnice były mniej zauważalne przy stosowaniu metody z rodnikiem DPPH. Zmiany chemiczne w bulwach zaszły także w odniesieniu do zawartości związków polifenolowych oraz całkowitej zdolności antyutleniającej, co było widoczne na korzyść dla obiektu, na którym stosowano zwłaszcza fumigację ozonem. Wywołany stres antyoksydacyjny wpłynął także na zmiany w zawartości mikro- i makroskładników. Badania pokazują, że zwłaszcza ozon choć nie wpływał istotnie na redukcję zagrożenia ze strony zarazy ziemniaka, to miał pozytywny wpływ na poprawę składu chemicznego bulw. Powstaje pytanie czy można będzie to zjawisko w jakikolwiek inny sposób wykorzystać w praktyce, choćby czy takie zmiany pozytywne zajdą w trakcie magazynowania bulw w kontrolowanej atmosferze?

Dyskusja połączona z prezentacją wyników została właściwie przeprowadzona i tu na szczególną uwagę zasługuje dobrze dobrana literatura. Tematyka stosowania ozonu i nadtlenku wodoru, którą zajął się Doktorant nie jest szczególnie bogata w publikacje z zakresu badań rolniczych, niemniej widać, że Autor potrafi się poruszać w wyszukiwaniu bibliografii i jej właściwym zacytowaniu.

Trzyletnie badania podsumowuje rozdział 7, którym są Wnioski. Doktorant sformułował 8 wniosków, które nawiązują do uzyskanych wyników. Są one poprawnie wyciągnięte i syntetyczne.

Niejako zakończeniem rozprawy jest rozdział 8, którym jest wykaz cytowanej literatury. Tu należy podkreślić, że liczba prac cytowanych przez Doktoranta jest imponująca, gdyż obejmuje aż 312 pozycji, w większości przypadków zagranicznych. Publikacje są poprawnie cytowane. Zdarzają się pojedyncze przypadki drobnych pomyłek w cytacji, jednak nie mają one wpływu na wartość merytoryczną pracy.

4. Uwagi końcowe i konkluzja

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska mgr Karola Skrobacz pt. „Porównanie skuteczności działania klasycznych i alternatywnych środków ochrony roślin przed zarząz ziemniaka” pomimo pewnych niedoskonałości, które wypunktowano w recenzji jest wartościowym opracowaniem wnoszącym wiele istotnych informacji w zakresie szeroko rozumianej ochrony roślin ziemniaka przed *Phytophthora infestans*. Doktorant podjął się trudnych badań, pracochłonnych. Jasno sprecyzował cele badawcze i je osiągnął poprzez zastosowanie poprawnych w tego typu badaniach technik i narzędzi, a wyniki poddał wnikliwej analizie statystycznej oraz je prawidłowo opisał i przedyskutował dysponując bogatą bazą literatury. Uzyskane wyniki badań mają nie tylko wymiar poznawczy, ale i praktyczny, w tym skłaniają do poszerzania badań, a to jest bardzo ważny element pracy naukowca.

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska spełnia warunki określone w Ustawie z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytułach naukowych oraz stopniach i tytułach w zakresie sztuki (Dz.U., 2003, Nr 65, poz. 595 z późn. zm.) w nawiązaniu do Ustawy z dnia 3 lipca 2018 r. Przepisy wprowadzające ustawę - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2018 poz. 1669, z późn. zm). W związku z powyższym przedkładam Przewodniczącemu Rady Naukowej Kolegium Nauk Przyrodniczych Uniwersytetu Rzeszowskiego wniosek o dopuszczenie mgr Karola Skrobacz do dalszych etapów przewodu doktorskiego.



Dr hab. inż. Paweł Krystian Bereś, prof. IOR-PIB