

dr hab. inż. Monika Janowicz, prof. SGGW

Warszawa, 23.08.2022

e-mail: monika_janowicz@sggw.edu.pl

Tel: +48 22 5937366

Kom: 607 37 66 97

Recenzja

Rozprawy doktorskiej **mgr Magdaleny Drobek**

zatytułowanej „Wpływ wybranych biostymulatorów oraz systemów
uprawy na parametry jakościowe owoców truskawek i malin”

wykonanej w Instytucie Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego Polskiej
Akademii Nauk w Lublinie

pod kierunkiem dr hab. inż. Justyny Cybulskiej, prof. IA PAN

Nowoczesne ogrodnictwo i przetwórstwo, będące wynikiem zagospodarowania jego plonów, wymagają innowacyjnych, nowoczesnych, efektywnych rozwiązań technicznych i technologicznych, na miarę czasów oraz zapotrzebowania stawianego przez potencjalnych konsumentów. Postęp w tej dziedzinie opiera się na wiedzy, będącej wynikiem interdyscyplinarnych prac badawczo-rozwojowych o odpowiednio zaplanowanym celu i zakresie. Prace te łączą między innymi najnowsze osiągnięcia agronomii, agrofizyki, ogrodnictwa, inżynierii rolniczej, technologii żywności i żywienia oraz ochrony środowiska z badaniami z zakresu biomechaniki, bioinżynierii oraz mikrobiologii. Ważnymi zagadnieniami są również sposoby pozyskiwania i wykorzystywania energii ze źródeł konwencjonalnych i odnawialnych oraz gospodarka odpadami i produktami ubocznymi.

W Polsce ogrodnictwo jest ważnym sektorem produkcji roślinnej, a jego produkcja stanowi ponad 30% wartości towarowej - nie tylko na

Szkoła Główna Gospodarstwa
Wiejskiego w Warszawie

Katedra Inżynierii Żywności
i Organizacji Produkcji

Instytut Nauk o Żywności

ul. Nowoursynowska 159 C
02-776 Warszawa
+48 22 59 375 61
kizop@sggw.edu.pl
www.sggw.pl



rodzimy rynek, ale również na szeroko pojmowany rynek europejski. Przewiduje się, że produkcja ogrodnicza w Europie (w tym w Polsce) będzie stopniowo wzrastała w związku z rosnącym popytem na produkty ogrodnicze w Europie oraz z ich dostępnością. Sprostanie wymaganiom rynkowym związane jest z prowadzeniem odpowiedniej strategii uprawy owoców, warzyw i kwiatów. Z licznych doniesień naukowych wynika, że nawożenie jest podstawowym zabiegiem agrotechnicznym, wpływającym zarówno na produktywność roślin, jak i jakość plonu, a w Polsce ze względu na warunki glebowo-klimatyczne ocenia się, że nawożenie wpływa w zakresie 40-50% na produktywność roślin. Stąd właściwe nawożenie oraz stosowanie innego rodzaju zabiegów (biostymulacja) może w znaczny sposób wpływać na produktywność ogrodniczą. Szczególnie, że stwierdzono na podstawie licznych doniesień, że niewłaściwe stosowanie nawozów między innymi obniża żyzność gleby przez jej zakwaszenie, powoduje modyfikację równowagi jonowej między składnikami, ograniczenie aktywności mikrobiologicznej oraz wprowadzenie szkodliwych substancji, również do roślin, lub indukuje zasolenie gleby. Nawożenie może także wpływać na środowisko poprzez eutrofizację wód powierzchniowych oraz zanieczyszczenie wód gruntowych związkami azotowymi. Niejednokrotnie wspomina się o potęgowaniu „efektu cieplarnianego” w wyniku stosowania nawozów.

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska Pani mgr Magdaleny Drobek pt: „Wpływ wybranych biostymulatorów oraz systemów uprawy na parametry jakościowe owoców truskawek i malin” wpisuje się we współczesne trendy nowoczesnego rolnictwa, których ideą jest opracowanie metod i dobranie parametrów upraw, wpisujących się w zakres zrównoważonego ogrodnictwa, wspomaganego alternatywnymi dla nawozów, naturalnymi, opartymi na przyjaznych środowisku komponentami. Substancje tego rodzaju to biostymulatory - preparaty pochodzenia naturalnego i/lub mikroorganizmy, które wspomagają wzrost i plonowanie roślin poprzez ingerencję w naturalne procesy zachodzące w glebie jak i samej roślinie. Biorąc pod uwagę różne źródła pochodzenia i mnogość procesów wytwarzania biostymulatorów, należy w odpowiedni sposób ukształtować oraz udokumentować mechanizm ich działania. W związku z tym, Autorka rozprawy doktorskiej podjęła ważne i aktualne badania, związane ze zrozumieniem działania biostymulatorów w uprawie wybranych odmian truskawek oraz malin, w celu oceny ich skuteczności w kształtowaniu jakości badanych owoców, pochodzących z różnych systemów prowadzenia upraw.

We wprowadzeniu do dysertacji zdefiniowano biostymulatory, ze szczególnym uwzględnieniem rodzajów składników, odgrywających istotną rolę w tego rodzaju preparatach. Wskazano na składniki pochodzenia naturalnego, jak enzymy, aminokwasy, mikroelementy, związki fenolowe, kwasy humusowe i fulwowe, hydrolizaty białkowe, w tym również mikroorganizmy z grup pożytecznych grzybów i bakterii.



Omówiono metody produkcji biostymulatorów na drodze wybranych procesów, które obejmują głównie hydrolizę chemiczną (kwasową, alkaliczną) lub enzymatyczną oraz fermentację, ze szczególnym uwzględnieniem cech preparatów biostymulujących oraz wskazano rolę poszczególnych komponentów w aspekcie poprawy właściwości poszczególnych gatunków owoców oraz warzyw, w odniesieniu do założonego efektu wspomagającego. Opis zakończono podsumowaniem, wskazującym na skuteczność stosowania biostymulatorów w rolnictwie i ogrodnictwie, wspartym odwołaniem do aktualnych badań naukowych w tym zakresie. Sformułowano również przypuszczenie, że wykorzystanie preparatów tego rodzaju na skalę przemysłową może wpłynąć na poprawę jakości środowiska naturalnego i ograniczenie jego degradacji.

Materiały zgromadzone do przeprowadzenia rozważań na temat znaczenia jakości i wielkości uzyskiwanego plonu roślin ogrodniczych oraz wpływu biostymulatorów na poprawę tych cech, opisane przez Panią mgr Magdalenę Drobek oraz opublikowane (Drobek, M., Frąc, M., & Cybulska, J. (2019). Plant biostimulants: Importance of the quality and yield of horticultural crops and the improvement of plant tolerance to abiotic stress-A review. *Agronomy*, 9(6), 335 – P1), a także wiedza Autorki pozwoliły na przedstawienie założeń badawczych i sformułowanie celu recenzowanej rozprawy doktorskiej, które zostały zamieszczone w rozdziale drugim.

Ze względu na zaprezentowane w pierwszej części pracy oraz publikowane (P1) dowody naukowe i stwierdzenia donoszące o niejednoznacznym wyjaśnieniu różnic w jakości owoców miękkich, pochodzących z upraw ekologicznych i konwencjonalnych, Autorka przedstawiła cztery założenia badawcze (podrozdział 2.1), których podjęcie miało na uwadze wybór oraz wyznaczenie parametrów, określających jakość wybranych odmian truskawek i malin, pochodzących z wybranych systemów upraw (ekologiczny, konwencjonalny oraz kontrolowany). Założenia badawcze określiły również zakres badań (określony w czterech celach szczegółowych – podrozdział 2.2.), jakie należało przeprowadzić i przedyskutować, aby zrealizowany został cel, jaki Autorka sformułowała w odniesieniu do oceny wpływu biostymulatorów, opartych na pożytecznych mikroorganizmach, na jakość wybranych odmian truskawek i malin, w aspekcie systemu prowadzenia uprawy owoców oraz zdolności do przechowywania. Autorka podjęła również próbę identyfikacji mikroorganizmów bytujących na powierzchni wybranych gatunków i odmian owoców w celu zbadania ich wpływu na jakość truskawek i malin.

Omówienie wyników przedstawionej do recenzji rozprawy doktorskiej Pani mgr Magdaleny Drobek oparto na publikacjach, tworzących ze wspomnianą we wprowadzeniu (P1) cykl czterech doniesień, stanowiących tematycznie związany materiał dysertacji oraz badaniach uzupełniających. Badania podjęte



przez Autorkę obejmowały cztery cele szczegółowe: 1. Określenie wpływu metody i warunków uprawy na pozbiornicze parametry jakości truskawek ze zwróceniem szczególnej uwagi na strukturę molekularną i właściwości reologiczne pektyn; 2. Zbadanie wpływu biostymulatorów zawierających pożyteczne bakterie na parametry jakości truskawek zakażonych patogenami grzybowymi i grzybobodobnymi; 3. Porównanie ekologicznego i konwencjonalnego systemu uprawy w kontekście zmian struktury pektyn oraz składu mikrobioty i mykobioty wpływających na jakość truskawek podczas przechowywania; 4.

Zidentyfikowanie biostymulatorów mikrobiologicznych polepszających wybrane parametry jakościowe truskawek i malin.). Cele te zostały omówione i przedyskutowane w rozdziale 3 (Omówienie wyników) w pięciu podrozdziałach (3.1. – 3.5.). Podrozdziały od 3.1. do 3.3. Autorka przedstawiła na podstawie wyników badań opublikowanych w trzech publikacjach:

3.1. Wpływ metody i warunków uprawy na pozbiornicze parametry jakościowe owoców truskawki - Publikacja P2 - Drobek, M., Frąc, M., Zdunek, A., & Cybulska, J. (2020). The effect of cultivation method of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) cv. Honeoye on structure and degradation dynamics of pectin during cold storage. *Molecules*, 25(18), 4325.

3.2. Wykorzystanie oddziaływań antagonistycznych pomiędzy mikroorganizmami w uprawie owoców truskawki - Publikacja P3 - Drobek, M., Cybulska, J., Gałązka, A., Feledyn-Szewczyk, B., Marzec-Grządziel, A., Sas-Paszt, L., Gryta, A., Trzciniński, P., Zdunek, A., & Frac, M. (2021). The use of antagonistic interactions between microorganisms in strawberry cultivation (*Fragaria x ananassa* Duch.). *Frontiers in Plant Science*, 2744.)

3.3. Zmiany struktury pektyn i składu zbiorowisk mikroorganizmów w owocach truskawki podczas przechowywania w chłodni - Publikacja P4 - Cybulska, J., Drobek, M., Panek, J., Cruz-Rubio, J. M., Kurzyńska-Szklarek, M., Zdunek, A., & Frąc, M. (2022). Changes of pectin structure and microbial community composition in strawberry fruit (*Fragaria x ananassa* Duch.) during cold storage. *Food Chemistry*, 132151.)

Następnie, w rozdziale 3 przedstawiono opis badań uzupełniających, które zostały przygotowane przez Autorkę do publikacji. W ramach omówienia oraz dyskusji wyników dokonano oceny wpływu biostymulatorów mikrobiologicznych na parametry jakościowe wybranych odmian truskawek oraz malin, a wyniki zostały przygotowane do publikacji o następujących tytułach roboczych: Drobek M., Cybulska J., Pieczywek P., Pertile G., Zdunek A., & Frąc M. Microbial biostimulators effect the development of pathogenic microorganisms and quality of fresh strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch. – Publikacja 5 (P5); Drobek M., Cybulska J., Zdunek A., & Frąc M. Effect of microbial biostimulants on antioxidants profile,

antioxidant capacity and activity of enzymes influencing the level of quality of raspberry (*Rubus idaeus* L.)

– Publikacja 6 (P6).

Całość rozprawy zamyka, składający się z 4 punktów i 8 podpunktów, rozdział Wnioski (rozdział 4). Przedstawiono w nich wynikające z przeprowadzonych badań konkluzje, skorelowane z celem i zakresem pracy (rozdział 2), które nakreślono w celach szczegółowych.

Przejrzyste omówienie wybranych zagadnień, związanych z tematem pracy, zamieszczonych w części teoretycznej oraz we wstępach do przedstawionych publikacji wskazuje, że mgr Magdalena Drobek doskonale orientuje się w problematyce szczegółowej, będącej przedmiotem rozprawy.

Do najważniejszych osiągnięć ocenianej pracy można zaliczyć:

1. Potwierdzenie, że ekologiczne metody uprawy truskawek, na przykładzie odmiany Honeoye, zapewniają wyższą zawartość składników odżywczych, w stosunku do owoców uprawianych metodą konwencjonalną. Jednocześnie, system ekologiczny zapewnił zachowanie stabilniejszej struktury pektyn z truskawek badanej odmiany w dniu zbioru w porównaniu z systemem konwencjonalnym. Również dla tej odmiany potwierdzono antagonistyczny wpływ konsorcjów bakteryjnych na popularne patogeny grzybowe.
2. Stwierdzenie zarówno w przypadku truskawek odmian Honeoye, Vibrant i Rumba, jak i malin odmian Delniwa, Poemat i Enrosadira skuteczności działania biostymulatorów mikrobiologicznych, zawierających różne szczepy bakterii (*Bacillus subtilis*, *Paenibacillus* ssp.) oraz nośnik (wyciąg z pokrzywy, skrzypu i nagietka, płynne kwasy humusowe, odciek z hodowli drożdży Vinasa, otręby, suche kwasy huminowe, gorczyca, olej rzepakowy) na poprawę parametrów jakościowych oraz trwałość badanych owoców.

Podczas czytania ocenianej rozprawy nasunęły się następujące uwagi i pytania, które mają charakter uzupełniający, a także dyskusyjny i charakteryzują się zróżnicowanym stopniem istotności i szczegółowości:

1. - wydaje się zasadnym zwrócić uwagę na całość tekstów w przedstawionym maszynopisie poczynawszy od streszczenia, że w przypadku prowadzonych badań powinno używać się w odniesieniu do badanych owoców formy liczby mnogiej, ponieważ nie badano jednej truskawki czy maliny.

Cyt. Ze streszczenia „...Celem ogólnym pracy było porównanie jakości truskawek oraz malin uprawianych w obecności różnych biostymulatorów (system ekologiczny) oraz sposobem konwencjonalnym. W pierwszym etapie badań wykazano, że występują znaczne różnice jakości owoców truskawki wynikające z prowadzenia uprawy w ekologicznym i konwencjonalnym systemie produkcji...” – tego rodzaju sformułowania pojawiają się całej rozprawie.

2. - w streszczeniu zwraca uwagę fakt, że bardziej szczegółowo omówiono jako przedmiot badań truskawki, mimo że Autorka wykonała również badania malin i w sposób szczegółowy omówiła badania w podrozdziale 3.5., przedyskutowała je i poddała wnioskowaniu. Jednocześnie zwieńczeniem streszczenia jest uogólnienie dotyczące badań dla obu gatunków owoców.
3. - uważam, że zamiast przedstawiania celów szczegółowych można byłoby sformułować tę część w postaci zakresu badań, tym bardziej, że z przedstawionego celu rozprawy doktorskiej i wymienionych publikacji oraz badań wstępnych wynika on jednoznacznie i określany jest przez Autorkę we wszystkich opublikowanych (P1-P4) i nieopublikowanych jeszcze pracach (P5 i P6).
4. - omówienie wyników przedstawione przez Autorkę w podrozdziałach 3.1. - 3.3. wydaje się dość ograniczone, szczególnie w informacji dotyczące metodyki prowadzonych badań oraz wykorzystywanych do tych badań urządzeń – czytelnik musi w tym zakresie odnosić się do wyjaśnień znajdujących się w załączonych publikacjach. Myślę, że znacznie przejrzyściej dla treści dysertacji byłoby w skrócony sposób przedstawić materiał i metody jego badania,
5. - zwraca uwagę mnogość stosowanych skrótów, których wprowadzenie znacznie ogranicza rozbudowanie tekstu opisów wykonanych przez Autorkę, ale czasem powoduje, że sens tekstu i jego jasna interpretacja są znacząco utrudnione, szczególnie w przypadku szczegółowego omawiania interakcji pomiędzy czynnikami a uzyskanymi właściwościami badanych odmian owoców i ich jakościowymi zmiennościami.
6. - w przypadku porównań i odniesień do próbek będących materiałem kontrolnym Autorka bardzo często używa sformułowania „... w porównaniu z kontrolą...” – myślę, że jest to zbyt duży skrót myślowy, ale rozumiem, że jest to mniej „rzucający się w oczy” stylistyczny lapsus językowy, jeżeli tekst jest publikowany w języku angielskim, podobnie stosowanie określenia „...spadek...” w stosunku do obniżenia się wartości omawianego parametru – np. strona 24 cyt. „...Zaobserwowano, że wzrostowi zawartości pektyn towarzyszył jednak spadek lepkości ich roztworów...”; np.: str. 43, 45, 49, (tabela) itd.
7. - w tabeli 5 „wkradł” się błąd literowy zarówno w oznaczeniu parametrów modelu Ostwalda (zamiast $n - N$), jak i w określeniu dotyczącym braku wykonanych badań (zamiast $nd - Nd$),

- str. 29 – zamiast metyloesterazy jest metylosterazy.

Omówienie wyników w zakresie badań uzupełniających przedstawiono w podrozdziałach 3.4. i 3.5. Autorka przygotowała według określonego ogólnego schematu opisu, co znacznie różni strukturę tych części rozdziału 3 od przedstawionych wcześniej w podrozdziałach 3.1.-3.3. W każdym z podrozdziałów (3.4 i 3.5) znajduje się wstęp, wskazanie materiału i metod, omówienie uzyskanych wyników badań wraz z dyskusją (przeprowadzoną osobno w podrozdziale 3.4. lub razem z omówieniem w podrozdziale 3.5.) oraz podsumowanie. Podczas czytania tej części rozprawy nasunęły się również uwagi szczegółowe, które również mają charakter uzupełniający, a także dyskusyjny:

1. - we Wstępie (3.4.1.) na stronie 32, Autorka pisze cyt. „...Inokulacja *Azospirillum brasilense* spowodowała wzrost zawartości flawonoidów i flawonoli (Pii i in., 2018), podczas gdy po traktowaniu truskawki *Rhizobium* sp. odnotowano **podwyższony poziom polifenoli (kwasu askorbinowego, p-kumarowego i elagowego)** (Flores-Félix i in., 2018)...” – wydaje się, że kwas askorbinowy został błędnie zaliczony do polifenoli jest przykładem przeciwutleniacza, jak wymienione polifenole, ale nie zalicza się do tej grupy związków.
2. - w części Materiały i metody (3.4.2.) Autorka używa w kontekście warunków prowadzenia upraw badanych odmian truskawek sformułowania, że „były uprawiane w warunkach kontrolowanych bez uszczegółowienia tych warunków w odniesieniu do upraw prowadzonych w warunkach ekologicznych oraz konwencjonalnych – proszę o wyjaśnienie tego zagadnienia.
3. - w opisie dotyczącym oznaczenia suchej substancji powołano się na normę PN ISO 1026:2000 (International Organization for Standardization, 2000) – parametry przyjęte w metodyce oznaczenia nie są rekomendowane w tym dokumencie. Zastosowane w badaniach oznaczenie jest natomiast wskazane w normie PN-A-75101-03:1990, która została zastąpiona rzeczonym dokumentem – czy nie należało przywołać poprzedniego dokumentu z zaznaczeniem, że został znowelizowany?
4. - mam również zastrzeżenia do zapisu i wyjaśnień wzorów przedstawionych w podrozdziale 3.4. – nie ma spójności w zapisie wzorów i ich objaśnieniach – w objaśnieniach symboli stosowane są indeksy, natomiast we wzorach nie – dotyczy również podrozdziału 3.5.
5. - omówienie wyników (3.4.3.) – str. 39 - proszę o wyjaśnienie różnic w opisie rysunku 4d – nie ma spójności w danych przedstawionych w tekście i na rysunku oraz w tabeli 10 – cyt. „...Średnia sucha masa (DW) truskawek dla wszystkich badanych odmian i biostymulatorów wahała się w granicach **3,9-10,5% FW..**”,



6. - str. 39 – w tekście omówienia wyników pojawia się oznaczenie K1 w odniesieniu do próbek kontrolnych - rozumiem, że w tym przypadku Autorce chodziło o Próbkę T1I?
7. - w podsumowaniu podrozdziału (3.4.5.) pojawia się sformułowanie, że „...Zebrane wyniki sugerują, że preparat T6 wpłynął na smak i właściwości prozdrowotne badanych truskawek. Zauważono znaczący wzrost zawartości rozpuszczalnych substancji stałych w odmianach Honeoye i Vibrant, będący konsekwencją uprawy roślin w obecności biostymulatora T6...” – nasuwa się pytanie, na jakiej podstawie powstała tego rodzaju sugestia – proszę o wyjaśnienie.
8. - str. 63 – w omówieniu zagadnień dotyczących analizy PCA – chyba „wkraść” się błąd - zamiast ściany komórkowej malin przywołano truskawki – rozumiem, że to pomyłka?.

Po zapoznaniu się z podrozdziałami 3.4. i 3.5. pragnę zasugerować, że w prezentacji wyników należałoby się zdecydować na opis w formie dyskusji połączonej z omówieniem wyników. Jednocześnie, można byłoby unikać stosowania zbyt dużej liczby skrótów, szczególnie w zakresie omawiania parametrów jakościowych badanych owoców truskawek i malin – o czym wspomniano już wcześniej w niniejszej recenzji. Niewątpliwą zaletą podsumowań zawartych w obu podrozdziałach jest ich graficzna prezentacja – opracowane rysunki 10 i 11 przejrzysto dokumentują uzyskane wyniki i uzasadniają wnioskowanie przedstawione w rozdziale 4 (Wnioski). Mam jedyną uwagę do sformułowanych wniosków, która dotyczy stwierdzenia o potwierdzeniu hipotez badawczych. W przedstawionej do recenzji pracy przedstawiono zadania badawcze i sformułowano cel, do którego realizacji miały doprowadzić badania przeprowadzone według wskazanych celów szczegółowych – moim zdaniem nie postawiono w pracy typowo sformułowanej hipotezy badawczej, więc nie wydaje się zasadnym przywoływanie tego rodzaju sformułowania we wnioskach z przeprowadzonych badań.

Podsumowanie

Recenzowana rozprawa Mgr Magdaleny Drobek, zatytułowana „Wpływ wybranych biostymulatorów oraz systemów uprawy na parametry jakościowe owoców truskawek i malin”, wykonana w Instytucie Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego Polskiej Akademii Nauk w Lublinie pod kierunkiem dr hab. inż. Justyny Cybulskiej, prof. IA PAN, stanowi samodzielne rozwiązanie problemu badawczego.

Zadania, nakreślone w celu pracy, zostały przez Autorkę zrealizowane. Zarówno rezultaty doświadczeń, jak i wynikające z nich wnioski są innowacyjne i mają bardzo duże znaczenie praktyczne. Autorka wykazała się umiejętnością podjęcia i interpretacji zadania badawczego, wpisując swoje osiągnięcia



badawcze i naukowe w aktualne trendy w zakresie realizacji idei zrównoważonego ogrodnictwa. Jednocześnie, zakres przeprowadzonych badań świadczy o wyjątkowej umiejętności Pani mgr Magdaleny Drobek do planowania i przeprowadzenia eksperymentów, ich interpretacji i dyskusji naukowej na światowym poziomie, co pozwoliło na merytoryczne wnioskowanie.

W mojej ocenie przedstawiona do recenzji dysertacja odpowiada wymaganiom stawianym rozprawom doktorskim na stopień naukowy doktora. W związku z powyższym przedkładam Radzie Naukowej Instytutu Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego wniosek o jej przyjęcie i dopuszczenie Autorki do publicznej obrony.

Ponadto, biorąc pod uwagę kompleksowość oraz interdyscyplinarność badań, dominujący udział Pani mgr Magdaleny Drobek w ich realizacji, jakość uzyskanych wyników, ich znaczenie naukowe i praktyczne oraz rozpowszechnienie wyników badań w renomowanych czasopismach o zasięgu międzynarodowym i wysokim współczynniku oddziaływania, a także zgłoszony wniosek patentowy, przedkładam wniosek formalny do Rady Naukowej Instytutu Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego Polskiej Akademii Nauk w Lublinie o wyróżnienie pracy doktorskiej Pani mgr Magdaleny Drobek.