

Prof. dr hab. Grzegorz Łysiak
Katedra Roślin Ozdobnych, Dendrologii i Sadownictwa
Wydział Rolnictwa, Ogrodnictwa i Biotechnologii
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
ul. Dąbrowskiego 159, 60-594 Poznań

Poznań, 6 czerwca 2024 r.

Recenzja

rozprawy doktorskiej pt. Ocena nawozów z biostymulacją oraz prekursorów fitohormonów pod kątem minimalizowania wpływu stresu abiotycznego na jakość i plonowanie owoców borówki wysokiej

mgr inż. Agnieszki Lenart

w związku z postępowaniem o nadanie stopnia naukowego doktora nauk rolniczych w dziedzinie Nauki rolnicze, dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo.

Recenzję wykonano na zlecenie dr hab. Dariusza Wrony prof. SGGW, Przewodniczącego Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. Podstawą zlecenia jest Uchwała Rady Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo SGGW podjęta w dniu 07.03.2024 na podstawie Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2023 r. poz. 742 z późn. zm.).

Podstawa opracowania recenzji

Recenzję wykonano na podstawie wydruku pracy doktorskiej mgr. Agnieszki Lenart z 2024 r., wykonanej w Instytucie Nauk Ogrodniczych Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie pod kierunkiem Pana dr. hab. Dariusza Wrony, prof. SGGW jako promotora i dr. inż. Tomasza Krupy jako promotora pomocniczego.

Ocena problematyki badawczej

Problematyka, którą mgr inż. Agnieszka Lenart podjęła w swojej pracy doktorskiej jest aktualna i ważna zarówno z poznawczego punktu widzenia jak i z aplikacyjnego. Obecne trendy w nowoczesnym ogrodnictwie, a szczególnie sadownictwie kładą duży nacisk na zrównoważony rozwój. Współpraca pomiędzy jednostkami naukowymi oraz środowiskiem społeczno-gospodarczym daje warunki równomiernego rozwoju obu tych obszarów mających służebną rolę dla produkcji ogrodniczej. Problematyka odżywienia roślin, poprzez zastosowanie nowoczesnych preparatów wpływających na wzrost i rozwój roślin, plonowanie, jakość owoców oraz odporność na czynniki patogeniczne i środowiskowe bardzo dobrze wpisuje się współczesne aspekty zrównoważonego rozwoju.

Produkcja sadownicza w Polsce należy do największych na Jednolitym Rynku Europejskim, do którego należy nasz kraj już od ponad 20 lat. Utrzymanie tej pozycji wymaga ciągłego poszukiwania nowych rozwiązań wychodzących naprzeciw coraz bardziej świadomemu konsumentowi. Konieczność konkurowania z innymi krajami Unii Europejskiej, sprowadza się głównie do aktywności związanej z poprawianiem i utrzymaniem wysokiej jakości owoców.

Sprzyjające warunki glebowe i klimatyczne, w różnych rejonach naszego kraju, a także długoletnia tradycja przyczyniają się do utrzymywania a często nawet do zwiększania uprawy borówki wysokiej. Wykorzystanie nowoczesnych nawozów odżywiających rośliny nie tylko na poziomie mineralnym ale także na poziomie enzymatycznym a także wzbogacanych o prekursory fitohormonów daje nadzieje na zwiększenie efektywności uprawy nawet w rejonach o mniej sprzyjających warunkach. Zrównoważone nawożenie, które

w Polsce zaczęto powszechnie stosować w sadownictwie od 30-40 lat może zostać wzbogacone o elementy dotychczas brane pod uwagę głównie w badaniach naukowych.

Ograniczanie standardowego nawożenia w miejsce nawozów w całości lub częściowo otrzymanych z substancji organicznych wpisuje się nie tylko we współczesne trendy zrównoważonej produkcji ale również zalecenia instytucji Unii Europejskiej. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady Europy z 2019 roku o udostępnianiu na rynku produktów nawozowych wprowadza ograniczenia stosowania nawozów syntetycznych a promuje nawożenie łączące nawozy mineralne z organicznymi oraz z wprowadzaniem biostymulatorów. Taka łączona formuła ma wspierać innowacyjną ścieżkę, którą już obrała branża nawozów mineralnych, w kontekście gospodarki o obiegu zamkniętym. Kompleksowe badania nowych produktów wpisują się bardzo dobrze w nowoczesne trendy oraz europejskie ustawodawstwo. Tego typu badania są niezbędne i bardzo dobrze że są podejmowane.

1. Formalna analiza rozprawy

Przedłożona do oceny rozprawa doktorska została przygotowana w oparciu o oryginalne wyniki badań własnych uzyskane przez Autorkę na podstawie dwóch doświadczeń prowadzonych w latach 2019-2022. Wydruk pracy wraz załącznikami liczy 65 stron.

Rozprawa doktorska składa się z 8 głównych rozdziałów.

Rozdział 1 – Streszczenie w języku polskim i angielskim

Rozdział 2 – „Opis projektu Doktorat wdrożeniowy” zawierający ogólny opis części badawczych.

Rozdział 3 – Wykaz publikacji wraz z danymi bibliometrycznymi.

Rozdział 4 – Przegląd literatury dotyczący:

- znaczenia uprawy borówki wysokiej, oraz jej właściwości prozdrowotnych. Ponadto omówiono działanie preparatów biostymulujących w produkcji sadowniczej;
- znaczenia preparatów biostymulujących w produkcji sadowniczej;
- stanu prawnego stosowania biostymulatorów w rolnictwie z punktu prawodawstwa Unijnego;
- wpływu preparatów biostymulujących na niwelowanie stresu abiotycznego.

Rozdział 5. Cel i hipotezy badawcze

Rozdział 6. Został podzielony na dwie części, które wynikają z dwuczęściowego celu pracy. W części pierwszej zawarto opis i porównanie wpływu preparatu wdrożeniowego Kaoris, z innymi preparatami biostymulującymi oraz nawożeniem bez biostymulacji w uprawie polowej borówki wysokiej. W części pierwszej zawarto dwie współautorskie publikacje omawiające powyższą tematykę. W części drugiej oceniano możliwość ograniczania stresu suszy za pomocą preparatu wdrożeniowego Kaoris w uprawie pojemnikowej borówki wysokiej.

Rozdział 7. Zawierający wnioski

Rozdział 8. Spis literatury

Wykaz literatury sporządzony jest zgodnie z zasadami. Baza literaturową stanowi 110 pozycji, w tym aż 87% to pozycje anglojęzyczne, co jest godne podkreślenia, gdyż widać iż autorka starała się dotrzeć do ważnych i dużym zasięgu pozycji. Ponadto około 30% cytowanych prac zostało wydanych w ostatnich 10 latach dzięki czemu zawarte w nich treści z którym prowadzona jest dyskusja są najnowsze i mogą być przyczynkiem do dalszego rozwoju badanej tematyki. Pod względem formalnym literatura cytowana jest w sposób właściwy.

2. Merytoryczna analiza pracy

Dane przedstawione w 2 publikacjach wydanych w 2022 roku oraz w 6 tabelach części drugiej zawierają opracowane statystycznie uzyskanych wyników badań. Układ pracy doktorskiej jest zgodny z wymaganiami, nie budzi zastrzeżeń. Poszczególne rozdziały i podrozdziały stanowią logiczną całość. Tytuł pracy nie jest zupełnie zgodny z treścią pracy i mógłby być lepiej sformułowany. Z tytułu nie wynika, że praca składa się z dwóch niezależnych eksperymentów prowadzonych w odmiennych warunkach. Pierwsza część pracy jest w tytule słabo zaznaczona, ponieważ nie było w tej części warunków stresu abiotycznego czego można byłoby się spodziewać po tytule. Także stwierdzenie „ocena pod kontem” nie jest sformułowaniem jakim powinno charakteryzować dzieło będące podstawą uzyskania stopnia doktora. Ponadto określenie nawozy z biostymulacją jest skrótem myślowym, sugerującym jakoby biostymulacja była elementem nawozu. Nawozy mogą zawierać substancje, które mają działanie biostymulacyjne. Nie ma także w pracy oceny prekursorów fitohormonów co jest zawarte w tytule. W mojej ocenie jest to element nad którym należało więcej popracować, choć oczywiście w ocenie całości pracy ma znaczenie marginalne.

Być może u podstaw błędów językowych, także skrótów myślowych był pośpiech i związany z tym brak należytej korekty. Na szczęście terminologia fachowa zawarta w opisie wyników i dyskusji jest na ogół zastosowana prawidłowo, co pozwala na merytoryczną analizę uzyskanych wyników. Wątpliwości budzi także objętość pracy. Jak napisałem powyżej wydruk pracy liczy 65 stron. Jednak po odjęciu stron zawierających podziękowania, puste strony, oświadczenia współautorów zostaje 47 stron, z których 11 to spis literatury a 26 to przedruki opublikowanych prac. Ta proporcja w przeciwieństwie do uzyskanych wyników stwarza pewien niedosyt. Jednak deklaracja iż kolejne prace są w trakcie procesu publikacyjnego i wkrótce będzie do nich szeroki dostęp uspokaja że wysiłek podjęty w przeprowadzenie badań znajdzie odzwierciedlenie szerszym dostępem do wyników. W pewnym sensie taki kierunek jest słuszny, gdyż liczba czytelników publikacji naukowych, wydanych w języku angielskim jest nieporównywalnie większa niż liczba czytelników rozprawy doktorskiej.

Przedłożona rozprawa została przygotowana w oparciu o oryginalne wyniki uzyskane po przeprowadzeniu dwóch doświadczeń:

- badań polowych prowadzonych w latach 2019-2020 w Błoniu koło Prażmowa na Polu Doświadczalnym Borówek Uprawnych, Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego,
- badań w warunkach kontrolowanych (szklarniowych) w Saint Malo, Centre Mondial de l'Innovation Roullier we Francji.

Materiałem badawczym w doświadczeniu pierwszym były krzewy borówki wysokiej, odmiany 'Bluecrop' rosnące w rozstawie 3 x 1 m na V klasie gleby. Odczyn gleby zawierał się w zakresie zalecanym do uprawy tych roślin i mieścił się w przedziale 4,5 – 4,8 w H₂O. Na podstawie corocznych analiz gleby krzewy nawożono zgodnie z zalecaniami literaturowymi. Doświadczenie obejmowało 120 krzewów. Pole podzielono metodą bloków losowych a nich rozmieszczone były cztery kombinacje doświadczalne. Każda kombinacja została powtórzona pięciokrotnie natomiast pojedyncze powtórzenie obejmowało sześć krzewów.

W doświadczeniu porównano wpływ preparatu wdrożeniowego Kaoris z wpływem innych preparatów biostymulujących firmy Timac Agro na właściwości. Układ doświadczenia obejmował 4 kombinacje różniące się programem nawożenia. We wszystkich kombinacjach stosowano takie samo nawożenie dogłębowe i dolistne NPK oraz mikroelementami w zależności od potrzeb. W kombinacji drugiej rozszerzono nawożenie dolistne o preparat Maxifruit zawierający prekursorzy fitohormonów oraz substancje biostymulujące. W trzeciej kombinacji ponadstandardowe nawożenie dolistne wykonano aplikując preparat wdrożeniowy Kaoris zawierający substancje bioaktywne. W ostatniej kombinacji zastosowano preparaty Timac Agro zawierające substancje o charakterze biostymulatorów oraz prekursorzy fitohormonów.

W doświadczeniu szklarniowym użyto trzyletnie krzewy borówki wysokiej 'Brigitta Blue'. Rośliny rosły w szklarni z kontrolowaną długością dnia i nocy (16 godzin dnia i 8 godzin nocy) oraz kontrolowaną temperaturą 25°C/20°C (dzień/noc). Podłoże w doniczkach utrzymywano na poziomie 80% wodnej pojemności polowej poprzez podlewanie i cotygodniowe dostarczanie pożywki składającej się z dziewięciu składników. Ten, pierwszy etap trwał 5 tygodni, po którym wprowadzono w rośliny w stan suszy poprzez ograniczenie podlewania do 40% wodnej pojemności polowej. Ponadto w pierwszym etapie doświadczenia połowie roślin dostarczano trzykrotnie testowany preparat Kaoris poprzez aplikację dolistną w postaci 1% roztworu.

W drugim etapie doświadczenia obie grupy roślin (poddane działaniu preparatu Kaoris, oraz niepoddane) podzielono na dwie części tworząc w ten sposób cztery kombinacje doświadczalne. Dwie z nich poddano stresowi wodnemu a w dwóch w dalszym ciągu utrzymywano wilgotność na poziomie 80%. Jest to prawidłowy układ doświadczenia pozwalający znaleźć odpowiedź na pytania zawarte w celu pracy. Jedynym mankamentem jaki w tej części opisu doświadczenia jest widoczny, to brak liczby roślin jakie były użyte w doświadczeniu szklarniowym. Przypuszczam, że na etapie konstruowania autoreferatu, w wyniku prac edycyjnych ta informacja została usunięta. Po kontakcie z promotorem pracy i ustaleniu tej liczby uznaję że liczba roślin użyta w tym doświadczeniu była wystarczająca, aby przeprowadzić analizy i wyciągnąć wnioski.

Oba doświadczenia zostały założone w sposób prawidłowy i pozwalający odpowiedzieć na cel pracy oraz zweryfikować hipotezy badawcze.

Uzyskane wyniki i dyskusja także zostały podzielone zgodnie z metodyką zastosowaną w doświadczeniu.

W części pierwszej badano wpływ zastosowanych preparatów na plonowanie krzewów, procent zawiązanych owoców oraz powierzchnię liści. Ponadto oceniano cechy jakościowe zebranych owoców poprzez pomiar ich masy, zawartość kwasów i ekstraktu w owocach oraz ich jędrność. Są to powszechnie oceniane cechy owoców przy ocenie jakościowej. Powyższe rezultaty opublikowano w publikacji oznaczonej literą A a wydanej w 2022 roku w czasopiśmie PLOS ONE wydawanego przez amerykańskiego wydawcę „Public Library of Science”. Czasopismo oceniane jest na 100 pkt. MNiSW oraz wskaźnik wpływu za 2022 rok wynoszący 3.7 IF. W publikacji wykazano wpływ proponowanych nawozów zawierających substancje biostymulujące na plon, masę owoców, stopień zawiązywania i jędrność jagód. Nie zaobserwowano wpływu nawożenia na wzrost wegetatywny mierzony powieścią liści a także nie stwierdzono oddziaływania kombinacji doświadczalnych na zawartość ekstraktu w owoców borówki. Wpływ na plon większy był w drugim roku badań co może świadczyć także o pewnym kumulacyjnym wpływie na ten parametr.

Druga publikacja ocenia wpływ nawożenia na zawartość związków biologicznie czynnych. Obecność metabolitów wtórnych w tkankach owoców oceniono za pomocą trzech wskaźników. Były to:

- Aktywność przeciwutleniająca
- Zawartość polifenoli ogółem
- Zawartość antocyjanów

Uzyskane wyniki opublikowano w 2022 roku w czasopiśmie Agriculture wydawanym przez Multidisciplinary Digital Publishing Institute. Czasopismo w roku publikacji oceniane było przez MNiSW na 100 punktów a wskaźnik wpływu wynosił 3,6 IF. W publikacji dowiedziono, że zawarte w zastosowanych nawozach związki o charakterze stymulującym metabolizm roślin powodują wzrost aktywności przeciwutleniającej owoców borówki a ponadto zwiększają sumaryczną zawartość polifenoli i antocyjanów. Osiągnięte rezultaty dowodzą że wyciągi z alg morskich i roślin pustynnych. Można zatem stwierdzić, że synergistyczne działanie składników pokarmowych w nawozach wraz zawartymi w nich z wyciągami aktywują mechanizmy

syntetyzujące związki biologicznie czynne zawarte w owocach. Jest to ważny argument dla sprzedawcy oraz konsumenta, gdyż prozdrowotne właściwości owoców są elementem który coraz częściej leży u podstaw decyzji o zakupie owoców.

Zawarte w publikacjach treści pokazują, że warsztat doktorantki jest na poziomie pozwalającym publikować na forum międzynarodowym. Układ prac jest bardzo dobry a zawarte w nich treści poparte wnikliwą analizą.

Konstrukcja publikacji jest poprawna i przejrzysta.

Wyniki drugiego doświadczenia mającego za zadanie ocenę czy badane preparaty wpływają na stres suszy nie zostały dotychczas opublikowane. Z tego względu autorka omawia szerzej uzyskane wyniki w postaci autoreferatu w przedłożonej pracy doktorskiej. Według zapisu uzyskane rezultaty znajdują się już w procesie publikacyjnym.

W ramach doświadczenia przeprowadzonego na roślinach wprowadzanych w stres suszy wykonano analizę liści oznaczając aktywność katalazy i peroksydazy oraz zawartość dialdehydu malonowego. Liście pobierano po 2, 8, 12 i 15 dniach od wprowadzenia roślin w stan suszy. Ponadto w tych samych dniach co pobierano próby oznaczano także pomiary aktywności fotosyntetycznej (Soil-Plant Analysis Development). Dodatkowo przeprowadzono analizę liści na zawartość węgla, azotu i siarki.

Stres suszy w znaczny sposób ogranicza plonowanie roślin uprawnych i jakość owoców. Zmiany klimatyczne jakie następują objawiają się większą nierównomiernością opadów. Stosunkowo duże opady zimowe sprawiają, że suma opadów jest na tym samym poziomie a czasem nawet większa niż w latach wcześniejszych. Jednak rosnąca temperatura głównie w okresie wegetacji powoduje zwiększone zapotrzebowanie na wodę. Rośliny łatwiej wykazują objawy niedoboru wody a jej uzupełnieniem jest trudne. Niedostatek wody odbija się nie tylko na wzroście i rozwoju roślin, ale znajduje bardzo mocne odzwierciedlenie w wielkości i jakości plonu. W roślinie poddanej stresowemu warunkom niedoboru wody rośnie zawartość reaktywnych form tlenu co prowadzi do peroksydacji lipidów i trwałego uszkodzenia ścian komórkowych. Poszukiwanie metod na ograniczenie tego zjawiska bardzo dobrze wpisuje się w potrzeby producentów. W przeprowadzonym badaniu zaobserwowano wyraźną reakcję roślin, którym podawano preparat Kaoris. Ocena zawartości markera stresu oksydacyjnego jakim jest dialdehyd malonowy wykazała że aplikacja badanego preparatu ogranicza zawartość tego związku w liściach. Obserwowany wpływ był bardzo wyraźny u roślin poddanych stresowi suszy ale także u roślin w rosnących w warunkach wystarczającej dostępności wody można zaobserwować oddziaływanie badanego preparatu. W liściach także wystąpiła wyższa aktywność enzymów antyoksydacyjnych, z których bardzo ważną jest oceniana w eksperymencie katalaza. Nie stwierdzono wpływu badanego preparatu na aktywność fotosyntetyczną oraz na akumulację składników pokarmowych w liściach.

Autorka wykazała się dobrą i wyważoną interpretacją uzyskanych wyników a wykonana analiza statystyczna potwierdziła ich wiarygodność. Uzyskane wyniki badań zostały dobrze skonfrontowane z literaturą naukową. Ostatecznym efektem rozprawy jest rozdział Wnioski. Zostały one sformułowane w sposób bardzo szczegółowy. Są one adekwatne do uzyskanych wyników i oprócz poznawczych walorów mają również znaczenie praktyczne. Zakres osiągnięć naukowych pracy jest szeroki. Do najważniejszych zaliczam:

- Zastosowanie preparatów z biostymulacją zwiększa plonowanie i jakość owoców borówki wysokiej.
- Najwyższe plonowanie i jakość owoców uzyskuje się po zastosowaniu pełnego programu nawożenia z biostymulacją.
- Aktywność przeciwutleniająca i zawartość polifenoli ogółem wykazuje tendencję wzrostową w owocach po zastosowaniu preparatu wdrożeniowego Kaoris.

- Aplikacja wdrożeniowego preparatu Kaoris redukuje negatywne skutki stresu, poprzez wzrost aktywności katalazy i peroksydazy w liściach, czego obrazem jest stały poziom zawartości dialdehydu małonowego.
- Zastosowanie preparatu wdrożeniowego Kaoris nie wpływa na zawartość chlorofilu oraz składników mineralnych w liściach.

Wykaz literatury sporządzony profesjonalnie. Świadczy też o dobrej i aktualnej znajomości tematycznej literatury. Powyższa charakterystyka pracy upoważnia mnie do pozytywnej oceny wybranej tematyki i sposobu zrealizowania postawionego celu badań. Należy podkreślić, że praca doktorska Pani mgr inż. Agnieszki Lenart wnosi do literatury oryginalne wyniki mające nie tylko znaczenie poznawcze, ale również duże znaczenie praktyczne. W całej pracy doktorskiej dostrzegłam jednak wiele błędów, czasem nieścisłości oraz usterek językowych. Świadczy to niestety o dużym pośpiechu przy pisaniu pracy. Nie mają one jednak dużego znaczenia merytorycznego i dlatego przekażę bezpośrednio doktorantce listę uchybień, aby mogła wykorzystać moje uwagi na etapie przygotowywania artykułów naukowych. Uwagi nie obniżają wartości naukowej recenzowanej pracy doktorskiej. Jest ona nowatorska i dobrze opracowana pod względem statystycznym i czytelnie zaprezentowana.

3. Podsumowanie

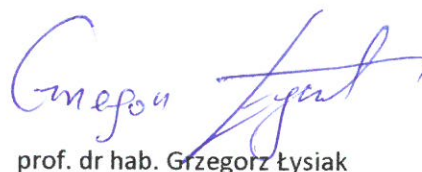
W podsumowaniu merytorycznie i formalnie oceniam pracę wysoko. Badania wykonane zostały w jednostce naukowej o dużym doświadczeniu i uznaniu w zakresie sadownictwa a także analityki nawożeniowej. Także ośrodek naukowy we Francji ma uznaną renomę. Układ pracy jest prawidłowy. Z analizy przeglądu literatury, treści pracy, obszerności zebranego materiału dokumentacyjnego, dużego wkładu pracy analitycznej wynika, że Autorka włożyła bardzo dużo pracy w powstanie monografii. Uzyskane wyniki mają duże znaczenie w aspekcie możliwości wykorzystania badanego preparatu w uprawie borówki wysokiej.

Wniosek końcowy

Przedstawiona powyżej recenzja pracy doktorskiej Pani mgr inż. Agnieszki Lenart nt. „*Ocena nawozów z biostymulacją oraz prekursorów fitohormonów pod kątem minimalizowania wpływu stresu abiotycznego na jakość i plonowanie owoców borówki wysokiej*” upoważnia mnie do wysokiej oceny pracy. Dotyczy ona wyboru aktualnej problematyki oraz sposobu realizacji postawionego celu badań. Uzyskane oryginalne wyniki mają duże znaczenie poznawcze i praktyczne. Przeprowadzone badania są istotne dla dyscypliny rolnictwo i ogrodnictwo, pogłębiają dotychczasową wiedzę dotyczącą wykorzystania preparatów zawierających wyciągi z alg morskich jako preparatów stymulujących korzystne procesy w roślinie oraz wnoszą bezpośrednie wskazania dla praktyki sadowniczej.

Pracę oceniam jednoznacznie pozytywnie, uznając ją - zgodnie z Ustawą z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2023 r. poz. 742 z późn. zm.) za oryginalne rozwiązanie problemu badawczego w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo. Wniosuję do Wysokiej Rady Naukowej Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie o dopuszczenie Pani mgr inż. Agnieszki Lenart do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Poznań, 06.06.2024 r.



prof. dr hab. Grzegorz Łysiak