

dr hab. Monika Bieniasz prof. URK  
Wydział Biotechnologii i Ogrodnictwa  
Katedra Ogrodnictwa  
Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie

**Recenzja pracy doktorskiej**  
**Ocena nawozów z biostymulacją oraz prekursorów fitohormonów pod kątem**  
**minimalizowania wpływu stresu abiotycznego na jakość i plonowanie**  
**owoców borówki wysokiej'**

**Autor: mgr inż. Agnieszka Lenart**

**Promotor: dr hab. Dariusz Wrona prof. SGGW**

**Promotor pomocniczy dr hab. Tomasz Krupa**

**Informacje o pracy oraz ocena strony formalnej**

Pani mgr inż. Agnieszka Lenart przedstawiła do recenzji pracę uprawniającą do dalszego postępowania, dotyczącego nadania stopnia doktora w dziedzinie Nauk Rolniczych, w dyscyplinie Rolnictwo i Ogrodnictwo. Praca została wykonana pod kierunkiem promotora - Dr hab. Dariusza Wrony prof. SGGW oraz promotora pomocniczego dr hab. Tomasza Krupy. Rozprawę przygotowano zgodnie z wymogami ustawy nr 187 z dnia 20 lipca 2018 (Dz. U. z 2023 poz. 742 ze zmianami)

Przedstawiona do oceny praca składa się z dwóch publikacji, związanych ze sobą tematycznie.

1. Lenart A. , Wrona D., Klimek K., Kapłan M., Krupa T., 2022 Assessment of the impact of innovative fertilization methods compared to traditional fertilization un the cultivation of highbush blueberry PLOS ONE 17(7)
2. Lenart A. ,Wrona D., Krupa T. 2022. – Promoting Propperties of Highbush Blueberry Dependigon Tsype of Fertilization. Agriculture, 12 (10). 1741

**łącna liczba punktów wynosi 200, a sumaryczny współczynnik wpływu (IF) =7,17**

## Wartość naukowa i merytoryczna pracy

Produkcja borówki wysokiej w Polsce, jest od wielu lat jedną z najnowocześniejszych pod względem agrotechniki i infrastruktury, wśród upraw owoców jagodowych. Wartość biologiczna oraz budowa owoców pozwala na produkcję deserową o najwyższych standardach. Takich owoców oczekuje współczesny konsument. W tym świetle zagadnienia podjęte w opracowaniu wpisują się we współczesne wyzwania badawcze i aplikacyjne. Rynek rolniczy i ogrodniczy prześciga się we wprowadzaniu do produkcji preparatów typu „biostymulator”, gdyż takie jest oczekiwanie rynku. Producenci chcą stosować środki, których skład jest oparty na naturalnych substancjach występujących w przyrodzie, substancje te mają poprawić warunki wzrostu i rozwoju rośliny uprawnej szczególnie w warunkach stresowych. Ponadto wiele dostępnych na rynku biostymulatorów wpisuje się w zasady produkcji proekologicznej, gdyż ich skład często jest naturalny, a dawki niewielkie.

Przedstawiona do recenzji praca jest wykonana w ramach projektu „Doktorat Wdrożeniowy” sfinansowany przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego (nr umowy 0060/DW/2018/02). Taka forma badań jest ogromnie cenna, ponieważ pozwala na szybkie wdrażanie uzyskanej wiedzy do praktyki, co jest ogromną wartością dodaną we wszystkich prowadzonych pracach doświadczalnych w Dziedzinie Rolnictwo i Ogrodnictwo.

Założonym przez autorkę celem było wdrożenie opracowanych rozwiązań w rzeczywistych warunkach lub środowiskach przemysłowych.

Autorka postawiła sobie trzy hipotezy badawcze

1. Potencjał plonowania krzewów borówki wysokiej i właściwości fizykochemiczne owoców są warunkowane przez nawożenie z biostymulacją zawierającą prekursorzy fitohormonów.
2. Zawartość związków bioaktywnych i właściwości przeciwutleniające owoców są modyfikowane przez związki aktywne zawarte w preparatach biostymulujących
3. Tolerancja roślin borówki wysokiej na stres suszy wzrasta po zastosowaniu związków biostymulujących i prekursorów fitohormonów

Opis wyników otwiera publikacja z roku 2022 pod tytułem Assessment of the impact of innovative fertilization methods compared to traditional fertilization on the cultivation of highbush blueberry

Opisane doświadczenie trwało dwa sezony wegetacyjne, rośliny były oceniane w czterech kombinacjach „T1” – kombinacja kontrolna rośliny dokarmiane dolistnie bez biostymulatorów, „T2” – dokarmianie dolistne rozszerzone o preparat zawierający prekursory fitohormonów i biostymulatory (N 3%, P 7%, K 7%, Mn 0,05%, Zn 0,1%) z kompleksem NMX1 (nr patentu. EP 01500090.4) oraz kompozycją stymulującą wzrost roślin zawierającym prekursor cyklicznego AMP (cykliczny monofosforan adenozyne) mający zdolność do hamowania aktywności enzymów

fosfodiesterazy „T3” – dokarmianie dolistne preparatem przygotowywanym do wdrożenia (badania rejestracyjne), oparty na ekstraktach z Kaori algi drzewiaste i morskie, o właściwościach bioaktywnych, mających na celu poprawę procesów fizjologicznych

„T4” – pełne dokarmianie doglebowe i dolistne z biostymulacją. Preparat przygotowywany do wdrożenia (badania rejestracyjne) substancje bioaktywne, wg. programu biostymulacji rekomendowanego przez producenta nawozów na bazie ekstraktów z alg morskich. Kompleks NMX1 oraz kompleks biostymulujący Fertiactyl1 (numer patentu 945000107) łączący substancje aktywne (kwasy humusowy i fulwowy, glicyna-betaina, zeatyna) i składniki mineralne (N 13%, P 5%, K8%), które działają w synergii.

Oceniono procent zawiązania oraz masę 100 owoców. Związanie owoców obliczono na podstawie danych uzyskanych z 12 powtórzeń po 100 kwiatach w powtórzeniu. Jest to próba reprezentacyjna pozwalająca na rzetelną ocenę tego parametru. Zawiązki policzono 21 dni po kwitnieniu.

W tym miejscu nasuwa się pytanie

1. *Czy nie byłoby zasadne, aby zawiązanie owoców policzyć tuż przed zbiorem, wówczas można ocenić w pełnym spektrum utrzymanie zawiązków owoców, po wszystkich stresach abiotycznych i biotycznych w sezonie?*

Autorka oceniła również powierzchnię liści, ten parametr jest ściśle związany z dobrostanem rośliny wpływającym na jakość uzyskanego plonu owoców, w tym jędrność, zawartość ekstraktu oraz kwasowość.

Analizując wyniki zawarte w tabeli nie wykazano znaczącego pozytywnego wpływu zastosowanych preparatów na większość cech. Jednak wydaje mi się, że można by było

rozpatrzeć wyniki w świetle warunków atmosferycznych panujących podczas przeprowadzania eksperymentu. Dlatego chcę zadać kolejne pytanie:

*2. Jaki był przebieg warunków pogodowych podczas przeprowadzania eksperymentu, czy w danych literaturowych lub własnych obserwacjach, biostymulacja podobnymi preparatami nie dawała bardziej widocznych pozytywnych efektów?*

Plon w przeliczeniu na hektar, był bardzo wyraźnie większy, dla wszystkich kombinacji, w roku 2020, co może być związane z warunkami atmosferycznymi panującymi w tym sezonie.

Zastosowane obliczenia statystyczne w tym korelacja Pearsona wykazała istotną korelację między kwasowością, ekstraktem i jędrnością w stosunku do plonu owoców i wykazały silną ujemną korelację między ekstraktem a jędrnością.

Autorka w interpretacji wyników wykazała się umiejętnością zastosowania bardzo szerokiej skali narzędzi statystycznych, które pomagają uchwycić wszystkie możliwe zależności jakie mogą zachodzić pomiędzy badanymi czynnikami. Jest to bardzo ważna umiejętność w opracowywaniu wyników dająca do ręki młodego naukowca dobre narzędzie na przyszłość.

W konkluzjach Autorka stwierdza, że stosowane technologie nawozowe mają istotny wpływ na wielkość i jakość plonu borówki wysokiej „Bluecrop”. Na szczególną uwagę zasługuje technologia nawożenia oparta na produktach biostymulujących, które wykazują korzystny, choć nie zawsze znaczący wpływ na plon, masę owoców, „stopień” zawiązania (lepiej używać procent zawiązania) i jędrność jagód. Zastosowane technologie nawożenia nie miały większego wpływu na powierzchnię liści i zawartość ekstraktu w owocach borówki amerykańskiej. Przeprowadzona analiza statystyczna wykazała duży wpływ roku badań na plon, poziom ekstraktu i jędrność owoców, w przypadku pozostałych parametrów powyższej zależności nie zaobserwowano.

Druga publikacja z cyklu, pod tytułem Health—Promoting Properties of Highbush Blueberries Depending on Type of Fertilization dotyczyła porównania sposobu nawożenia bez biostymulacji oraz z jej zastosowaniem. Oceniano wpływ biostymulacji na aktywność przeciwutleniającą, zawartość polifenoli oraz ilościowe i jakościowe analizy antocyjanów.

Oceniano cztery kombinacje, które składały się z czterech powtórzeń po sześć krzewów, co stanowi rzetelną próbę badawczą.

Kombinacje były analogiczne jak w doświadczeniu I;

„T1” – standardowe żywienie dolistne, bez nawożenia

„T2” – obejmował żywienie dolistne i typowe zraszanie oprócz a roztwór zawierający prekursorzy fitohormonów i biostymulatory;

„T3” – obejmował tradycyjne żywienie dolistne i opryskiwanie, z nową metodą biostymulacji opartej na ekstraktach z różnych roślin i alg morskich, z właściwości bioaktywne, mające na celu usprawnienie procesów fizjologicznych w roślinach uprawnych;

„T4” – do nawożenia gleby zastosowano preparaty zawierające biostymulatory

Autorka wykazała, że zastosowane w doświadczeniu preparaty wpływały korzystnie na wartość bioaktywną owoców borówki w tym na poziom przeciwutleniaczy aktywność (DPPH) w badanych owocach. Owoce z kombinacji kontrolnej, wykazywały znacznie mniejsze wartości dotyczące bioaktywności. Szczególnie w kombinacji oznaczanej „T4” gdzie zastosowanie biostymulatory były aplikowane dogłębowo i dolistnie.

Ocena była wykonywana przez trzy sezony wegetacyjne, co jest bardzo mocnym atutem doświadczenia. Autorka konkluduje, iż zastosowane kombinacje nawozowe z biostymulacją zwiększają aktywność przeciwutleniającą owoców borówki wysokiej i zawartości ogółem polifenoli, a także mają istotny wpływ na zawartość antocyjanów. Został postawiony wniosek, że najlepszy efekt pojawia się wtedy, gdy zastosowanych jest kilka biostymulacji, ponieważ synergia tych związków regulujące metabolizm roślin, wspomaga funkcje fizjologiczne. Na podstawie wyników stwierdzono, że stosowanie produktów biostymulujących w ogrodnictwie ma znaczący, pozytywny wpływ na prozdrowotne właściwości owoców.

Niewątpliwie przedstawione wyniki pozwalają na wyciągnięcie takich wniosków, ale i w tym przypadku pojawia się pytanie dla młodego Naukowca;

- 3. Czy efekt biostymulacji jest widoczny w każdym sezonie i w jakim stopniu jest zależny od przebiegu warunków atmosferycznych, czy było to widoczne w tym doświadczeniu lub opisywane było w innych opracowaniach naukowych, jak to można wytłumaczyć?*

### **Wniosek końcowy:**

Stwierdzam, że przedstawiona do recenzji praca doktorska Pani mgr inż. Agnieszki Lenart zatytułowana „Ocena nawozów z biostymulacją oraz prekursorów fitohormonów pod kątem minimalizowania wpływu stresu abiotycznego na jakość i plonowanie owoców borówki wysokiej „jest zgodna z Ustawą z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2023 poz. 742 ze zmianami) Uważam opracowanie za oryginalne rozwiązanie problemu badawczego w dyscyplinie Rolnictwo i Ogrodnictwo. Ponadto uważam, że uzyskane wyniki otwierają pulę kolejnych pytań, przed którymi stajemy w dobie nowych trendów w produkcji ogrodniczej. Obecnie jako naukowcy, stoimy przed nowymi wyzwaniami, nakazującymi nam poszukiwanie, poznanie i zrozumienie mechanizmów warunkujących produkcję żywności o wysokich parametrach bioaktywnych oraz znalezieniu drogi wprowadzania ich do praktyki.

Drobne uchybienia techniczne opisu publikacji w języku polskim nie zmniejszają wartości opracowania i ogromu pracy jaka została wykonana, aby ta praca mogła powstać. Dlatego zwracam się do Rady Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie o dopuszczenie Pani magister inżynier Agnieszki Lenart do dalszych etapów przewodu doktorskiego w dyscyplinie Rolnictwo i Ogrodnictwo.

Kraków dnia 07.06. 2024



dr hab. Monika Bieniasz prof. URK