

RECENZJA

pracy doktorskiej **mgr inż. Mireli Kotlickiej**

pt. „**Wpływ nawożenia azotowego na wzrost i rozwój roślin, właściwości fizykochemiczne podłoża oraz kosztochłonność i energochłonność produkcji żurawiny wielkoowocowej (*Vaccinium macrocarpon Aiton*)**”

wykonanej pod kierunkiem **prof. dr. hab. inż. Józefa Gorzelanego**

w Zakładzie Inżynierii Produkcji Rolno-Spożywczej Uniwersytetu Rzeszowskiego

Ogólna charakterystyka pracy

Tematyka ocenianej pracy dotyczy złożonego i ważnego z naukowego punktu widzenia zagadnienia, jakim jest wyznaczenie wpływu nawożenia azotem na wybrane właściwości fizykochemiczne podłoża, a przez to na parametry wegetacyjne żurawiny wielkoowocowej w aspekcie energochłonności i kosztochłonności uprawy. Żurawina, której owoce są niezwykle cenne z uwagi na skład chemiczny determinujący właściwości odżywcze i prozdrowotne, nie jest powszechnie uprawiana w Polsce mimo odpowiednich warunków siedliskowych i klimatycznych. Przyczyną tego faktu mogą być nie tylko wysokie koszty inwestycyjne, ale także brak wiedzy i doświadczenia wśród polskich rolników, co znacznie zwiększa poziom ryzyka przedsięwzięcia. Dlatego uważam, że podjęcie tej tematyki jest bardzo trafne biorąc pod uwagę aspekty poznawcze, użytkowe oraz społeczne. Ponadto, konieczność racjonalnego zarządzania zasobami energetycznymi w obliczu zmian klimatycznych oraz rosnące wymagania rynku dotyczące jakości produktów roślinnych wymagają zwrócenia większej uwagi na doskonalenie procesu uprawy z uwzględnieniem energochłonności i produktywności, która związana jest także z nawożeniem.

Praca doktorska napisana przez mgr inż. Mirelę Kotlicką, licząca 193 strony maszynopisu, składa się z sześciu zasadniczych rozdziałów. Odrębne części w postaci wstępu znajdującego się tuż za spisem treści, a także bibliografii, spisu tabel, spisu rysunków, streszczenia w języku polskim i angielskim oraz aneksu i spisu 26 tabel umieszczonych w tym aneksie są uzupełnieniem pracy. Tabele umieszczone w aneksie zawierają wyniki badań,

które dla zapewnienia przejrzystości pracy nie znalazły się w zasadniczej części opracowania. Najbardziej obszerny rozdział, liczący 51 stron, dotyczy wyników badań i dyskusji. Rozdział ten został podzielony na 5 podrozdziałów, które z uwagi na zróżnicowanie treści zostały podzielone na kolejne podrozdziały. W zasadniczej części opracowania znajduje się 57 rysunków i 13 tabel. Dwustronicowe streszczenie w języku polskim i angielskim zawiera krótkie wprowadzenie, cel badań, zagadnienia metodyczne i najważniejsze wyniki badań.

Autorka powołała się na 177 pozycji literaturowych dobranych adekwatnie do zakresu pracy, przy czym aż 72% z tych pozycji zostało napisanych w języku angielskim, co jest zrozumiałe, ponieważ od dawna głównymi producentami owoców żurawiny są Stany Zjednoczone i Kanada, gdzie tradycja uprawy tej rośliny sięga 1818 roku, co jest związane z dobrze ugruntowaną wiedzą w tym zakresie. Dowodem tego jest pięć prac z lat trzydziestych ubiegłego wieku, na które powołała się Kandydatka. W sumie 11% przytoczonych prac ukazało się do 1960 roku, co może sugerować nadmierne czerpanie informacji z nieaktualnych już źródeł, ale ponad 10% cytowanych publikacji naukowych dotyczących problematyki poruszanej w ocenianym opracowaniu pochodzących z ostatnich pięciu lat stanowi przeciwwagę świadczącą o śledzeniu najnowszych osiągnięć i dbałość o nowatorski charakter pracy. Warto dodać, że wśród tych publikacji znalazło się doniesienie konferencyjne, którego współautorką jest mgr inż. Mirela Kotlicka.

Praca posiada tradycyjny układ stosowany w opracowaniach eksperymentalnych oraz jest napisana zrozumiałym i poprawnym językiem naukowym z prawidłowym umieszczeniem odnośników do literatury.

Ocena merytoryczna

Układ pracy sprzyja zachowaniu ciągłości głównego wątku w dyskusji wyników, czego efektem są prawidłowo sformułowane wnioski korespondujące z celem badań.

W krótkim wstępie Autorce udało się w sposób syntetyczny przedstawić wymagania siedliskowe, fazy rozwojowe i opis morfologiczny żurawiny w powiązaniu ze sposobem zbioru owoców, a także zasygnalizować problem braku wykorzystania dogodnych warunków klimatycznych do uprawy towarowej żurawiny wielkoowocowej w Polsce i innych krajach europejskich.

Zagadnienia dotyczące żurawiny poruszone we wstępie zostały rozwinięte w przeglądzie literatury, który zawiera także informacje na temat skali produkcji i sposobu wykorzystania owoców, charakterystyki wybranych odmian (z których cztery dominują pod względem powierzchni uprawy), zawartości związków bioaktywnych w owocach, prac

związanych z założeniem plantacji oraz nawożenia, pielęgnacji, a także kosztochłonności i energochłonności produkcji. Krytyczna analiza aktualnej wiedzy przedstawionej w przeglądzie literatury pozwoliła Kandydatce zidentyfikować nierozwiązany dotychczas problem badawczy dotyczący dostosowania technologii produkcji żurawiny wielkoowocowej do warunków siedliskowych panujących w Polsce z uwzględnieniem ograniczonego nawożenia azotowego wpływającego na rozwój rośliny i jakość owoców. Problem ten stał się podstawą postawienia trzech hipotez, które Kandydatka postanowiła poddać weryfikacji podejmując badania, których cel i zakres umożliwiał rozwiązanie tego problemu w aspekcie kosztochłonności i energochłonności. Uwzględnienie tego aspektu było nieodzowne dla oszacowania opłacalności, która stanowi decydujący czynnik motywacyjny wszelkich działań inwestycyjnych. Zastosowanie prawidłowego podejścia metodycznego, polegającego na uwzględnieniu szerokiego zakresu badań polowych i laboratoryjnych, stworzyło większą szansę rozwiązania problemu badawczego i przez to uzupełnienia wiedzy naukowej. Z kolei uzupełnienie wiedzy naukowej i jej transfer do praktyki rolniczej sprzyja obniżeniu poziomu ryzyka inwestycyjnego.

W rozdziale dotyczącym metodyki badań Doktorantka uzasadniła konieczność przeprowadzenia analizy gleby i wód gruntowych w obrębie kwater przeznaczonych do badań polowych oraz precyzyjnie opisała model doświadczalny uwzględniający zmienne czynniki w postaci odmiany oraz dawki i terminu nawożenia azotem. Prawidłowym podejściem metodycznym było wzięcie pod uwagę w uprawie kontrolnej wyników badań pilotażowych przeprowadzonych wcześniej w Instytucie Sadownictwa i Kwaciarnictwa w Skierniewicach oraz dbałość o kondycję roślin przez zabezpieczenie przed przymrozkami, zarządzanie dostępem do wody dostosowane do fazy rozwojowej oraz stosowanie ochrony chemicznej w zgodzie z wytycznymi ministerialnymi. Z kolei wzorowanie się na amerykańskiej metodzie pomiaru wybranych cech morfologicznych należy uznać za właściwe wobec braku odpowiednich metod europejskich i stworzenia w ten sposób możliwości porównania uzyskanych wyników z danymi literaturowymi. O ile można uzasadnić potrzebę wyznaczenia składu mineralnego roślin w certyfikowanym w laboratorium amerykańskim specjalizującym się w badaniach żurawiny wielkoowocowej, to nie jest zupełnie jasne dlaczego próbki glebowe pobierane zgodnie z polską normą nie badano w kraju, ale także wysyłano do laboratorium amerykańskiego w celu wyznaczenia zawartości wybranych makro- i mikroelementów. Z drugiej strony należy docenić skrupulatność w sposobie określenia warunków glebowych, hydrogeologicznych i meteorologicznych wobec wrażliwości żurawiny na deficyt lub nadmiar wody w określonych fazach rozwojowych. Także sposób

obliczania kosztocłonności i energochłonności produkcji owoców żurawiny został prawidłowo opracowany na podstawie odpowiednich doniesień literaturowych.

W części metodycznej zabrakło wskazania pochodzenia narzędzi statystycznych, które zostały odpowiednio dobrane do wyznaczenia odchyłeń standardowych oraz przeprowadzenia analizy wariancji umożliwiającej ocenę istotności różnic w odniesieniu do wartości średnich dotyczących wariantów nawozowych oraz badanych odmian.

W rozdziale piątym Autorka przedstawiła i przedyskutowała wyniki badań otrzymane dzięki realizacji celu pracy zgodnie z przyjętą metodyką. Należy przy tym podkreślić, że uwzględnienie dwóch odmian rośliny i dwuletniego okresu wegetacji zwiększa nie tylko wiarygodność uzyskanych wyników, ale także moc prognostyczną wiedzy powstałej na podstawie tych wyników. Analiza wpływu nawożenia azotowego w określonych fazach rozwojowych na poszczególne elementy morfologiczne rośliny doprowadziła do szeregu wartościowych osiągnięć o charakterze naukowym. Do najważniejszych można zaliczyć wykazanie, że wczesna aplikacja azotu z jednej strony może skutkować wytworzeniem większej liczby krótkopędów owocujących lub ich przekształceniem w długopędy wegetatywne w zależności od odmiany, a z drugiej strony może prowadzić do mniejszego wykorzystania tego składnika w związku ze zbyt niską temperaturą hamującą rozwój krótkopędów owocujących, albo jego wymywaniem w głąb profilu glebowego podczas intensywnej ochrony przeciwmrozowej. Towarzyszące temu wnioskowi spostrzeżenie, potwierdzone przez przytoczone doniesienia literaturowe, dotyczące osłabienia rozwoju generatywnego roślin przy nadmiernym nawożeniu azotem może stanowić istotny element dobrych praktyk w odniesieniu do uprawy żurawiny. Dotyczy to także uwag na temat sposobu piaskowania, który jako zabieg odmładzający plantację został przedstawiony razem z opisem uszkodzeń krótkopędów wegetacyjnych spowodowanych operacjami technologicznymi oraz przymrozkami. Przedstawienie tych uszkodzeń w zależności od wariantów nawożenia bez odpowiedniego komentarza ze strony Kandydatki mogłoby prowadzić do błędnych przesłanek praktycznych, ponieważ mniejsza liczba uszkodzeń krótkopędów podczas zbioru mechanicznego występuje przy mniejszym plonowaniu, co nie jest w interesie inwestora, który powinien zaakceptować większą liczbę uszkodzeń przy takim nawożeniu azotem, które sprzyja uzyskaniu większego plonu. Odpowiednie wyjaśnienia Autorki pozwalają także zrozumieć, że zaobserwowany podczas realizacji doświadczenia wpływ nawożenia na ilość pędów generatywnych jest podobny w przypadku haczyków, kwiatów i zawiązków owoców tylko w sytuacji braku wiosennych przymrozków i występowania wystarczającej liczby owadów zapylających. Z kolei zabrakło przedstawienia dodatniej korelacji między liczbą

owoców nieprzyrośniętych a liczbą owoców przyrośniętych, aby w pełni ocenić wpływ wariantu nawożenia na liczbę obu rodzaju owoców. Dotyczy to także liczby tzw. „aborted fruits”, która zależy przede wszystkim od liczby zawiązanych kwiatów. Podczas wnikliwej analizy wpływu nawożenia na skład mineralny roślin Kandydatka ukazała niezwykle trudny dylemat zestawiając zalecaną oraz rzeczywistą zawartość azotu w pędach, która z jednej strony powinna być stosunkowo wysoka w okresie wegetacji, a z drugiej strony nie może przekraczać dopuszczalnej granicy w fazie dojrzewania owoców z uwagi na niebezpieczeństwo obniżenia mrozoodporności roślin. Chciałbym przy tym zauważyć, że sposób przeprowadzenia tej analizy w odniesieniu zarówno do makroelementów jak i mikroelementów, wzbogacony dyskusją w oparciu o wyniki badań innych autorów, świadczy o dużej wiedzy teoretycznej i praktycznej mgr inż. Mireli Kotlickiej w zakresie uprawy żurawiny wielkoowocowej, szczególnie w odniesieniu do nawożenia, w którym istotne znaczenie posiadają terminy i dawki aplikowania azotu. Tę opinię potwierdza także podobny sposób przedyskutowania wpływu nawożenia na właściwości fizykochemiczne gleby, z której rośliny przede wszystkim czerpią składniki pokarmowe niezbędne do rozwoju i owocowania. Pewien niedosyt budzi brak danych na temat właściwości fizykochemicznych owoców, które są końcowymi adresatami nawożenia stanowiąc produkt o wysokich walorach prozdrowotnych z uwagi na oryginalny skład chemiczny. Należałoby zadbać o ten aspekt podczas kontynuowania badań, które warto prowadzić poszerzając schemat nawożenia w oparciu o dotychczasowe spostrzeżenia, aby zaproponować w pełni optymalny wariant dotyczący wielkości dawek i terminu dostarczania azotu. Kontynuacja badań pozwoliłaby także uzyskać więcej punktów empirycznych przedstawiających wzrost plonowania w kolejnych latach zbioru owoców, do których można byłoby dopasować model o bardziej ogólnej postaci niż zaproponowana funkcja kwadratowa i tym samym o większej użyteczności z punktu widzenia prognozowania opłacalności produkcji żurawiny w szerszej perspektywie czasowej. Niemniej jednak, uwzględnienie wpływu zaproponowanych wariantów nawożenia na plon owoców oraz poszczególne elementy po stronie kosztów już teraz pozwoliło Kandydatce wyznaczyć wartości wskaźnika efektywności ekonomicznej. Dodatkowo przeprowadzona w trzecim roku produkcji analiza jednostkowych nakładów energetycznych w odniesieniu do powierzchni uprawy i masy zebranych owoców stanowi cenną pozycję rzucającą wyzwanie wobec starań związanych z przeciwdziałaniem zmianom klimatycznym.

Uwieńczeniem rozprawy jest jedenaście wniosków, których treść w zwięzły sposób przedstawia najważniejsze osiągnięcia o charakterze naukowym i użytkowym wynikające z

wnikliwej analizie uzyskanych wyników, przy czym potwierdzenie trzeciej hipotezy badawczej i pełna realizacja celu pracy wymaga przeprowadzenia badań jakościowych owoców. Tego rodzaju badania skutkowałyby jednak znacznym rozbudowaniem i tak obszernej już pracy i wyjściem poza dyscyplinę rolnictwo i ogrodnictwo. W związku z tym, przygotowując opracowany materiał badawczy do opublikowania, można rozważyć nieznaczny modyfikację celu pracy i pozostanie przy dwóch prawidłowo zweryfikowanych hipotezach, a kontynuując badania, stanowiące pierwszą, poważną i szeroko zakrojoną inicjatywę naukową dotyczącą uprawy żurawiny w skali przemysłowej w Polsce, można przewidzieć dodatkowe badania jakościowe owoców przy jeszcze większym ograniczeniu nawożenia azotem w celu wyznaczenia optymalnej dawki aplikowanej w korzystnych terminach.

Ocena formalna

Praca została napisana z dbałością o poprawność strony formalnej. Na uwagę zasługuje przejrzystość pracy wynikająca z prawidłowego rozmieszczenia w tekście tabel i elementów graficznych w postaci schematów, których prosta forma ułatwia zrozumienie przekazu, czytelnych i prawidłowo opisanych wykresów oraz licznych zdjęć pozwalających w lepszym stopniu zapoznać się ze szczegółami nowatorskiej w skali europejskiej technologii uprawy przemysłowej żurawiny wielkoowocowej. Nasuwają się jednak pewne uwagi, które Doktorantka może uwzględnić podczas publikowania uzyskanych wyników.

Poszczególne rozdziały są ze sobą właściwie powiązane i na ogół występują w odpowiedniej kolejności, przy czym zrzęcznie byłoby umieścić przegląd literatury przed hipotezami pracy, które zostały sformułowane na podstawie analizy pozycji literaturowych. Poza tym warto rozważyć zmianę kolejności podrozdziałów w ten sposób, aby przedstawienie problemu wpływu nawożenia było zgodne z naturalnym obiegiem składników mineralnych począwszy od gleby, przez roślinę do owocu.

Podczas omawiania wyników, porównując skutki zastosowania poszczególnych dawek azotu, byłoby lepiej konsekwentnie posługiwać się wyłącznie wariantami oznaczonymi literowo, które występują także w opisie wykresów niż podawać raz oznaczenie literowe, a innym razem dawkę wyrażoną w $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Na stronie 5 w spisie treści zabrakło podrozdziału 5.1.1. „Krótkopędy owocujące”, a na wykresach zamieszczonych na rysunku 37 oznaczenia odmian, natomiast na stronie 86 nastąpiło powtórzenie akapitu dotyczącego uszkodzenia krótkopędów w okresie pęknięcia pąków. Z kolei, w formule matematycznej przedstawionej na stronie 116 (rys. 56) zmienna

niezależna powinna stanowić numer kolejnego zbioru owoców zamiast roku kalendarzowego. Ponadto, w ostatnim wierszu tej strony powinno być oznaczenie „W1” zamiast „W3”.

Występujące w pracy błędy stylistyczne i redakcyjne nie wpływają na percepcję treści i wysoką wartość merytoryczną opracowania.

Podsumowanie i wniosek końcowy

Oceniana praca autorstwa mgr inż. Mireli Kotlickiej dotyczy innowacyjnego w skali europejskiej problemu związanego z zastosowaniem ograniczonego nawożenia azotowego w uprawie przemysłowej żurawiny wielkoowocowej. Przedstawienie aktualnego stanu wiedzy pozwoliło Autorce sformułować cel pracy, który został zrealizowany w oparciu o bogaty warsztat metodyczny. Bardzo szeroki zakres badań pozwolił uzyskać wyniki wzbogacające wiedzę naukową w zakresie nauk rolniczych w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo. Wyniki te mają przede wszystkim znaczenie poznawcze, ale mogą być wykorzystane w praktyce do optymalizacji procesu uprawy żurawiny wielkoowocowej w polskich warunkach klimatyczno-glebowych. Doktorantka realizując cel pracy wykazała cechy świadczące o umiejętności formułowania i rozwiązywania problemów naukowych w oparciu o zdobytą wiedzę teoretyczną i praktyczną, dogłębny przegląd literatury i opanowanie niezbędnych metod badawczych. Doskonale poradziła sobie z niezwykle złożonym zagadnieniem, w którym sposobowi nawożenia towarzyszy szereg innych czynników, często o charakterze losowym, wpływającym na uzyskiwane wyniki. Przedłożoną do recenzji rozprawę oceniam bardzo wysoko z uwagi na rozwiązanie ważnych problemów naukowych i wnioskuję o jej wyróżnienie. Mam nadzieję, że moje uwagi będą pomocne w redagowaniu wartościowych publikacji naukowych z wykorzystaniem materiału zawartego w rozprawie oraz pozwolą ukierunkować dalsze badania dotyczące uprawy żurawiny wielkoowocowej.

Stwierdzam, że rozprawa doktorska mgr inż. Mireli Kotlickiej pt. „Wpływ nawożenia azotowego na wzrost i rozwój roślin, właściwości fizyko-chemiczne podłoża oraz kosztochłonność i energochłonność produkcji żurawiny wielkoowocowej (*Vaccinium macrocarpon* Aiton)” spełnia wymagania stawiane pracom doktorskim i stawiam wniosek o dopuszczenie mgr inż. Mireli Kotlickiej do publicznej obrony.

Adam Figiel