

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr Alicji Siuda pt. „Wpływ aplikacji dolistnej krzemu na plon i jakość technologiczną korzeni buraka cukrowego” wykonanej w Instytucie Rolnictwa SGGW pod kierunkiem dr hab. Inż. Arkadiusza Artyszaka, prof. SGGW.

Dotychczasowe badania dowodzą, iż stosowanie krzemu w uprawie roślin przynosi istotne i wielokierunkowe korzyści. Regularna aplikacja produktów nawozowych zawierających ten pierwiastek wzmacnia mechanicznie epidermę roślin, co ogranicza presję wielu chorób (m.in. powodowanych przez grzyby *Podosphaera sp.*, *Venturia sp.*) oraz szkodników (np. *Tetranychus sp.*, *Aculus sp.*). Najnowsze badania wskazują również, iż stosowanie krzemu uruchamia skomplikowane mechanizmy uodparniające rośliny na liczne stresy abiotyczne (np. stres suszy, stres solny, stres wywołany niskimi temperaturami). Mimo potwierdzonych korzyści ze stosowania krzemu w uprawie roślin, pierwiastek ten dotychczas nie został sklasyfikowany jako pokarmowy a jedynie korzystny („beneficial element”) co jest efektem głównie ogromnego rozpowszechnienia w przyrodzie. Pomimo licznych badań nad efektywnością produktów zawierających krzem w uprawie poszczególnych gatunków wiedza na temat wpływu tego pierwiastka wciąż jest niewystarczająca.

Podjęcie przez mgr Alicję Siuda badań nad wpływem aplikacji dolistnej produktów zawierających krzem na plon i jakość korzeni buraka cukrowego, w odniesieniu do przedstawionych powyżej zagadnień, należy uznać za celowe i w pełni uzasadnione. Prezentowane badania nabierają wyjątkowego znaczenia w kontekście regulacji Green Deal for Europe, które obecnie są sukcesywnie wdrażane.

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska obejmuje 10 głównych rozdziałów: wstęp, przegląd literatury, cel badań i hipotezy badawcze, materiał i metody badań, wyniki badań, dyskusja wyników, weryfikacja hipotez badawczych, wnioski oraz spis literatury, rysunków i tabel. Ponadto pracę podzielono na 17 podrozdziałów drugiego rzędu i 6 podrozdziałów III rzędu, co czyni ją bardzo przejrzystą. Całość rozprawy liczy 162 strony, zawiera 27 czytelnych rysunków i 54 tabele. Układ pracy jest logiczny i typowy dla prac o charakterze eksperymentalnym. Sugeruję jedynie aby na etapie przygotowania wyników do publikacji rozdział „Cel badań i hipotezy badawcze” umieścić przed rozdziałem „Przeгляд literatury”.

Wstęp rozprawy stanowi syntetyczne wprowadzenie do zagadnień poruszanych w dysertacji oraz wyjaśnienie celowości ich podjęcia. Rozdział mimo, iż nie jest obszerny nawiązuje do obecnych problemów z jakimi mierzy się rolnictwo w kontekście Europejskiego Zielonego Ładu oraz toczącej się wojny na Ukrainie. Zawarte w rozdziale informacje dotyczą także korzystnego wpływu krzemu na roślinę uprawianą w warunkach stresowych. W rozdziale zasygnalizowano potrzebę badań nad dolistną aplikacją krzemu w uprawie buraka cukrowego, z racji dotychczas niewielkiej liczby badań ten temat.

Przeгляд literatury obejmuje 24 strony. Autorka w tej części pracy skupiła się na szczegółowym opisie dotychczas potwierdzonej efektywności krzemu, w nawiązaniu do funkcji jaką pełni w roślinie. W początkowej części rozdziału poruszono ogólne zagadnienie dotyczące występowania krzemu w środowisku glebowym. Stanowi to przyczynek do dalszej

części, w której skupiono się na roli pierwiastka w ograniczaniu wpływu stresów na roślinę. Całość przeglądu literatury stanowi logicznie uporządkowane kompendium aktualnej wiedzy na temat krzemu, z uwzględnieniem procesów biochemicznych zachodzących w roślinie i środowisku. Jedyną wątpliwość stanowi powoływanie się aż 124 razy na literaturę starszą niż 10 letnią (pomijając oczywiście cytowanie prac z 1923 r., które mają wartość historyczną). Podobnie przewidywanie, iż w roku 2050 susza zahamuje wzrost roślin na połowie gruntów ornych, choć być może słuszne, w kontekście powołania się na literaturę z 2005 roku traci na wiarygodności.

Celem recenzowanej rozprawy była ocena wpływu terminów aplikacji dolistnej produktów zawierających różne formy krzemu na: parametry fizjologiczne roślin, skład chemiczny liści buraka w krytycznej fazie wzrostu, plon korzeni, technologiczny i biologiczny plon cukru, jakość technologiczną korzeni buraka cukrowego i opłacalność jego produkcji. Autorka sformułowała ponadto 5 hipotez badawczych z czego 4 z nich potwierdzono.

Materiał i metody badań przedstawiono czytelnie na 13 stronach, uzupełniając je 10 tabelami. Doświadczenie z burakiem cukrowym prowadzono w latach 2017 -2019 w układzie dwuczynnikowym uwzględniając preparaty zawierające różne formy krzemu oraz termin ich aplikacji. Zastosowanymi preparatami były: Agricker Silicium zawierający Si w formie krzemian potasu, Optisil zawierający Si w formie metakrzemianu sodu, SmartSil SC zawierający Si jako krzemian wapnia oraz Yara Vita Actisil, w którym krzem występuje w formie kwasu ortokrzemowego stabilizowanego choliną. Aplikację wykonywano w stadium 6 liści buraka cukrowego, następnie po 7 dniach i kolejną 17 dni później. Rozdział zawiera charakterystykę warunków klimatyczno-glebowych oraz zastosowanej agrotechniki, wykonanych pomiarów fizjologicznych, analizy składu chemicznego liści, ocenę wielkości plonu oraz jakości korzeni, opłacalność ekonomiczną stosowania aplikacji krzemem oraz statystyczne opracowanie wyników. Opisy są nad wyraz dokładne i szczegółowe a umieszczenie pewnych elementów w tabelach np. schematu doświadczenia czyni je przejrzystymi. Należałoby jedynie zmienić tytuł tabeli 2. Zamiast „gleba pod buraka” proponuję „gleba pod uprawę buraka”.

Najobszerniejszą część recenzowanej pracy stanowi rozdział poświęcony omówieniu wyników badań, które zostały zaprezentowane w formie przejrzystych i czytelnych tabel i rysunków, wzbogaconych opisem. Przy omówieniu wyników wykazano istotny wpływ lat badań na oceniane parametry fizjologiczne, co jest sprzeczne z wcześniejszym stwierdzeniem, że doświadczenie było prowadzone w układzie dwuczynnikowym. Z przedstawionej interpretacji danych doświadczalnych wynika, iż badanymi czynnikami były rodzaj preparatów, termin wykonania zabiegów i lata prowadzonych doświadczeń. Wymienione czynniki zostały poddane analizie statystycznej. Stwierdzono, że dokarmianie dolistnie buraka cukrowego preparatami krzemowymi modyfikuje parametry fizjologiczne roślin oraz ich skład chemiczny. W doświadczeniu nie stwierdzono wpływu rodzaju stosowanego preparatu krzemowego (czyli formy krzemu) oraz terminu ich aplikacji na plon korzeni buraka cukrowego, a jedynie na plon biologiczny i technologiczny cukru.

Dyskusja wyników przeprowadzona została prawidłowo, z koncentracją na parametrach fizjologicznych roślin, ich składzie chemicznym, plonie i jakości technologicznej korzeni oraz opłacalności aplikacji dolistnej preparatów krzemowych.

Spis literatury składa się z 252 pozycji z czego 142 pochodzą z ostatnich 10 lat. 21 artykułów oraz 17 metodyk i procedur to pozycje polskojęzyczne. Tematyczny dobór literatury, cytowany zarówno w przeglądzie piśmiennictwa jak i w dyskusji, jest właściwy i w pełni charakteryzuje omawiane zagadnienia. Proponuję aby na etapie przygotowywania publikacji do druku przy pozycjach „Artyszak A., Gozdowski D., Kucińska K. 2019. Impact of foliar fertilization on the content of silicon and macronutrients in sugar beet. *Plants* 8:136. Doi:10.3390/plants8050136” oraz „Artyszak A., Klarzyńska E., Litwińczuk-Bis M., Siuda A.

2019. Profitability of sugar beet foliar nutrition with silicon. Annals PAAAE, XXI (1): 7–13. Doi: 10.5604/01.3001.0013.0539 „wprowadzić dodatkowe oznaczenia literowe, co ułatwi czytającemu identyfikację cytowanej pozycji w spisie.

Dwie wątpliwości jakie nasunęły mi się podczas analizowania dysertacji, które w żaden sposób nie zmieniają mojej ogólnej pozytywnej oceny pracy, a jedynie wymagają doprecyzowania w trakcie dyskusji:

- jakimi przesłankami kierowano się przy wyborze preparatów wnoszących krzem w omawianych badaniach?

- czy przygotowując próbki materiału roślinnego do oznaczenia krzemu metodą WDXRF mineralizowano materiał metodą „na sucho” (spopielano) czy oznaczenia wykonywano w materiale niezmineralizowanym, po wcześniejszym zmieleniu?

Proponuję również aby w trakcie przygotowania badań do publikacji rozważyć zmianę tytułu manuskryptu, i zamiast „Wpływ aplikacji dolistnej krzemu...” używać „Wpływ aplikacji dolistnej produktów/nawozów zawierających krzem”. Zmiana ta według mnie będzie lepiej charakteryzowała założenia prowadzonych badań.

Podsumowując przedstawiona do recenzji praca stanowi kompleksowy i obszerny materiał badawczy, opracowany z wyjątkową starannością. Świadczy to o dojrzałości naukowej autorki. Na uznanie zasługuje wykonanie ogromu pomiarów biometrycznych i analiz chemicznych oraz precyzja w analizie wyników i trafnym formułowaniu wniosków. Podjęty w pracy temat i postawione tezy badawcze są innowacyjnym krokiem w technologii produkcji buraka cukrowego, a uzyskane wyniki mają ogromne znaczenie praktyczne.

Recenzowana dysertacja mgr Alicji Siuda pt. „Wpływ aplikacji dolistnej krzemu na plon i jakość technologiczną korzeni buraka cukrowego” w pełni odpowiada wymogom stawianym rozprawom doktorskim określonym w Ustawie o stopniach i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. z 2003r. nr 65, poz. 595; Dz.U. z 2005 r. nr 164, poz. 1365; Dz.U. z 2011r. nr 84, poz.455) w związku z tym składam wnioski o dopuszczenie mgr Alicji Siuda do dalszych etapów postępowania o nadanie tytułu doktora.

Mając na uwadze ogromną wartość merytoryczną pracy, nowatorską tematykę badań oraz praktyczny charakter wyników wnioskuję do Wysokiej Rady Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie o wyróżnienie niniejszej rozprawy.

Zbigniew Janow