

dr hab. inż. Ireneusz Sosna, prof. uczelni
Katedra Ogrodnictwa
Wydział Przyrodniczo-Technologiczny
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Wrocław, 13.07.2026

RECENZJA

**rozprawy doktorskiej Pana mgr inż. Mateusza Frąca,
stanowiącej cykl publikacji pt. „Wykorzystanie biowęgla i pożytecznych
mikroorganizmów w uprawie brzoskwini” wykonanej w Zakładzie Mikrobiologii i
Ryzosfery Instytutu Ogrodnictwa – Państwowego Instytutu Badawczego w
Skierniewicach, pod kierunkiem prof. dr hab. Lidii Sas-Paszt (promotor)**

Formalna podstawa prawna. Recenzja przygotowana została na podstawie uchwały nr 3/IO-PIB/2026 Rady Naukowej Instytutu Ogrodnictwa – Państwowego Instytutu Badawczego w Skierniewicach (pismo z dnia 14 kwietnia 2026 r. podpisane przez Przewodniczącą Rady Naukowej prof. dr. hab. Grzegorza Łysiaka).

Brzoskwinia jest jednym z najważniejszych gatunków sadowniczych uprawianych na świecie. W Polsce, ze względu na duże wymagania klimatyczne, jej towarowa uprawa ograniczona jest głównie do najcieplejszych regionów. Jednak postępujące ocieplenie klimatu może zmniejszyć ryzyko uprawy drzew tego ciepłolubnego gatunku i tym samym rozszerzyć zasięg produkcji brzoskwiń w naszym kraju na nowe obszary. Póki co, brzoskwinia pod względem tonażu zebranych owoców zajmuje w Polsce dosyć odległą pozycję i traktowana jest przede wszystkim jako gatunek amatorski.

Na terenach od lat wykorzystywanych pod uprawy sadownicze, zwłaszcza drzew owocowych, coraz większym problemem jest tzw. „zmęczenie gleby”, wywołujące chorobę replantacji. Za jej wystąpienie odpowiedzialne są zarówno czynniki abiotyczne, jak i biotyczne jednoznacznie powiązane z glebą. Niska zawartość próchnicy w większości polskich gleb oraz ich słaba aktywność mikrobiologiczna ma niekorzystny wpływ zarówno na wzrost wegetatywny drzew owocowych, ich ogólną kondycję zdrowotną, jak i plonowanie oraz jakość owoców. Z tego względu istnieje pilna potrzeba poprawy żyzności gleby i jej produktywności. Można ją osiągnąć między innymi poprzez zastosowanie biowęgla. otrzymanego w wyniku termicznego przetwarzania odpadowej biomasy drzewnej w procesie

pirolizy. Biowęgiel, zwiększając zawartość materii organicznej i próchnicy, może być cennym ‘polepszaczem’ dla wszystkich gleb, a szczególnie tych zdegradowanych i zmęczonych. Może mieć również korzystny wpływ na mikrobiom glebowy, wyrażony wielkością populacji pożytecznych bakterii i grzybów mikoryzowych. Oprócz biowęgla, źródłem materii organicznej mogą być także nawozy organiczne, np. kompost oraz węgiel brunatny. Podjęcie przez mgr inż. Mateusza Frąca badań nad wykorzystaniem biowęgla, nawozów organicznych i pożytecznych mikroorganizmów w uprawie brzoskwini uważam za zasadne, cenne i bardzo przydatne dla praktyki sadowniczej. Co prawda jest to gatunek o stosunkowo niewielkim znaczeniu w uprawie towarowej w Polsce ale właśnie z tego powodu uzyskane przez Doktoranta wyniki są szczególnie wartościowe, bo niewielu badaczy się nim zajmuje. Świadczą one również o tym, że możliwa jest towarowa uprawa brzoskwini w centralnej Polsce, czyli w regionie uznawanym za mniej przydatny dla gatunków ciepłolubnych.

Formalna ocena pracy

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska Pana mgr inż. Mateusza Frąca pod zbiorczym tytułem: „Wykorzystanie biowęgla i pożytecznych mikroorganizmów w uprawie brzoskwini” ma formę spójnego tematycznie zbioru artykułów opublikowanych w czasopismach naukowych znajdujących się w bazie Journal Citation Report (JCR) wykazu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z listopada 2023 roku.

Na rozprawę składają się 3 oryginalne prace naukowe z 2022 i 2023 roku. Zostały one opublikowane w dwóch czasopismach znajdujących się w bazie JCR (Acta Scientiarum Polonorum, Hortorum Cultus oraz Agriculture). Sumaryczny Impact Factor (IF) tych publikacji jest wysoki i wynosi 7,295, a suma punktów 380. Publikacje są zbiorowe i zgodnie z wymogami zawartymi w rozporządzeniu MNiSW zamieszczone są oświadczenia wszystkich współautorów określające procentowy wkład każdego z nich w powstanie publikacji. Łączny dorobek naukowy Doktoranta jest więc bardzo duży, tym bardziej, że z przedstawionych oświadczeń wynika, że jego wkład w powstanie wszystkich publikacji był dominujący. We wszystkich artykułach Doktorant jest pierwszym (i korespondencyjnym) autorem, z udziałem własnym na poziomie 80% we wszystkich publikacjach. Jego wkład w tych publikacjach polegał między innymi na zaprojektowaniu i przeprowadzeniu doświadczeń, wykonaniu pomiarów, zebraniu i opracowaniu wyników, przygotowaniu manuskryptów i ich ostatecznej wersji do druku. Włączone do rozprawy doktorskiej artykuły stanowią spójny tematycznie zbiór, którego wspólnym elementem są badania nad

wykorzystaniem biowęgla, nawozów organicznych i pożytecznych mikroorganizmów w uprawie brzoskwini. Dodatkowo do swojego osiągnięcia Doktorant dołączył jeszcze niepublikowane wyniki badań dotyczące wpływu powyższych czynników na ogólną liczebność grzybów i bakterii w glebie oraz stopień kolonizacji korzeni przez arbuskularne grzyby mikoryzowe.

Kopie artykułów zostały poprzedzone 59-stronicowym opisem, w skład którego wchodzi 10 rozdziałów, uszeregowanych w następującej kolejności: Lista publikacji stanowiących podstawę rozprawy doktorskiej; Streszczenie w języku polskim; Wprowadzenie będące przeglądem literatury; Cel i hipotezy badawcze; Materiały i metody badawcze; Wybrane wyniki i dyskusja; Podsumowanie; Bibliografia obejmująca 55 pozycji; Dorobek naukowy obejmujący wykaz pozostałych prac naukowych opublikowanych w czasopismach posiadających współczynnik wpływu IF (11), prace w recenzowanych czasopismach naukowych (15), monografie i doniesienia z konferencji krajowych i zagranicznych (102), publikacje popularno-naukowe (7) oraz szkolenia i udział w organizacji międzynarodowej; Streszczenie po angielsku (Abstract). Układ pracy z takim podziałem na poszczególne rozdziały jest typowy dla opracowań o charakterze doświadczalnym i powszechnie stosowany.

Merytoryczna ocena pracy

W krótkim Wprowadzeniu w oparciu o literaturę tematu Doktorant przedstawia zagadnienia związane z poprawą jakości gleb, na których rosną drzewa owocowe. Opisuje zjawisko 'zmęczenia gleby' i przyczyny jego powstawania. Szczególnie dużo miejsca poświęca biowęgłowi, jego pozytywnemu wpływowi na glebę i mikrobiom glebowy oraz korzyściom związanym z jego stosowaniem. Jest również wzmianka o pożytecznych mikroorganizmach. W rozdziale tym, który stanowi duży skrót przeglądów piśmiennictwa zamieszczonych w recenzowanych publikacjach, Autor przytacza badania przeprowadzone na różnych gatunkach roślin, przede wszystkim rolniczych i warzywach. Mało jest badań z roślinami sadowniczymi klimatu umiarkowanego uprawianymi w Polsce. Na 55 pozycji podanych w Bibliografii tylko 7 dotyczy takich gatunków, w tym 3 drzew ziarnkowych, a ani jednego brzoskwini. Pewnym niedociągnięciem tej części pracy jest również cytowanie pozycji literatury w kolejności przypadkowej, podczas gdy powszechnie przyjętym sposobem jest kolejność w oparciu o rok ukazania się publikacji, od najstarszej do najnowszej.

Cel naukowy pracy został jasno sformułowany ale ograniczony tylko do pierwszej publikacji. Było nim określenie wpływu zastosowania biowęgla oraz pożytecznych

mikroorganizmów na wzrost wegetatywny i generatywny drzew brzoskwini odmiany 'Meredith'. Dlaczego Doktorant nie ujął w nim również wyników badań z publikacji drugiej i trzeciej oraz tych jeszcze niepublikowanych? Pomimo tak zawężonego celu naukowego, na podstawie badań przeprowadzonych w latach 2014-2018 Doktorant sformułował 4 hipotezy badawcze o następującym brzmieniu: - zastosowanie biowęgla wpływa na bardziej efektywne wykorzystanie nawozu i pożytecznych mikroorganizmów oraz zwiększenie wzrostu i plonowania drzew brzoskwini; - aplikacja biowęgla z mikroorganizmami oraz biowęgla z nawozem wpływa na poprawę stanu odżywienia drzew brzoskwini w składniki mineralne; - biowęgiel zastosowany do gleby wpływa na zmianę zawartości poszczególnych składników mineralnych w glebie oraz substancji organicznej; - zastosowanie biowęgla pozytywnie wpływa na mikrobiom gleby oraz na stopień frekwencji mikoryzowej w korzeniach brzoskwini;

Rozdział Materiały i Metody badawcze napisano w sposób przejrzysty, bardzo zwięzły i zrozumiały. Doktorant opisuje w nim materiał badawczy użyty do przeprowadzenia badań. W przypadku dwóch pierwszych publikacji były to jednoroczne okulanty brzoskwini odmiany 'Meredith'. Czynniki doświadczalne wprowadzono na wiosnę drugiego roku po posadzeniu drzew. Obejmowały one 7 kombinacji: sam Biowęgiel, Biowęgiel łącznie z bakteriami i grzybami, Biowęgiel łącznie z nawozem organiczno-mineralnym Florovit NPK, sam nawóz organiczny, same mikroorganizmy z kompostem, mikroorganizmy z kompostem i nawozem oraz kontrola (bez nawożenia). Rozumiem, że na poletkach kontrolnych nie stosowano również Biowęgla i mikroorganizmów z kompostem, dlatego bardziej odpowiednim określeniem dla kontroli byłoby „bez materii organicznej”, a nie „bez nawożenia”. Publikacja P1 obejmowała badania polowe prowadzone w Sadzie Doświadczalnym Instytutu Ogrodnictwa w Dąbrowicach przez 3 lata (2014-2016). W trakcie trwania tego doświadczenia określano wielkość plonu w kg z drzewa, średnią masę owoców, powierzchnię i średnią masę liści oraz średnicę pni. W publikacji P2 materiał badawczy stanowiły liście brzoskwini odmiany 'Meredith' badane pod kątem zawartości makro- (N, P, K, Mg, Ca) i mikroskładników (Fe, Mn, Cu, Zn, B) w trzech kolejnych latach 2015-2017. Analiza składu mineralnego gleby (P, K, Mg, B, Cu, Fe, Mn, Na, Zn), jej odczyn oraz zawartość węgla i substancji organicznej była przedmiotem badań przeprowadzonych w tych samych latach co liści w publikacji P3. Wyniki opublikowanych badań zostały uzupełnione o ocenę mikrobiomu glebowego oraz stopnia frekwencji mikoryzowej po zastosowaniu biowęgla, nawozów organicznych i pożytecznych mikroorganizmów. Wykonano ją w latach 2014-2018. W opinii Recenzenta Rozdział Materiał i metody został opisany zbyt skrótowo, bo nie

uwzględniono w nim niektórych istotnych informacji. Jaką koronę miały drzewa brzoskwini przy rozstawie 4×2 m? Na jakiej rosły podkładce? W ilu powtórzeniach pobierano liście i w jakiej temperaturze je suszono? Co stanowiło materię organiczną w nawozie Florovit NPK? Jak obliczono średnią masę 1 owocu? Czy 2 powtórzenia przy pobieraniu próbek gleby to nie jest za mało do przeprowadzenia obliczeń statystycznych? Biowęgiel do badań wyprodukowano metodą szybkiej pirolizy w temperaturze 280 °C, a we wprowadzeniu podano, że proces ten zachodzi w temperaturze powyżej 300 °C. Z czego wynika ta rozbieżność? Brak chociaż krótkiej charakterystyki odmiany 'Meredith', uzasadniającej jej wybór do badań. To stara odmiana, obecnie już niepolecana do uprawy. W Metodyce nie podano również wyraźnie, czym różni się względna intensywność mikoryzowa od bezwzględnej i jak je obliczano.

W kolejnym rozdziale Wybrane wyniki i Dyskusja Doktorant zwięźle (czasami nawet zbyt zwięźle) i w sposób przejrzysty (na wykresach) przedstawił i opisał wyniki badań zawartych w trzech oryginalnych artykułach naukowych, które weszły w skład rozprawy doktorskiej, jak również wyniki jeszcze nieopublikowane. W przypadku badań przyrodniczych, gdzie zmienność warunków klimatycznych odgrywa bardzo istotną rolę, dobrą praktyką jest prowadzenie badań przez kilka sezonów wegetacyjnych, aby uzyskać jak najbardziej obiektywne wyniki. Jest to szczególnie ważne w doświadczeniu polowym, które było prowadzone przez 3 lata (publikacja P1). To właśnie z tych powodów interpretacja wyników tej i pozostałych publikacji byłoby łatwiejsza i bardziej prawidłowa, gdyby Doktorant opierał się na średnich z lat badań, które są podane w artykułach. Na wykresie nr 1 niepotrzebnie podano plonowanie drzew w 3 kolejnych latach, zamiast sumy plonu z lat. Biorąc pod uwagę plon łączny, jedynie drzewa w kombinacji z biowęglem i nawozem organicznym (B+O) plonowały na poziomie kontroli, wszystkie pozostałe istotnie lepiej (tak jest w publikacji). Wykres nr 2 przedstawiający liczbę owoców jest mało istotny. Zamiast niego powinna się znaleźć średnia masa owoców! Dlaczego została pominięta, skoro to podstawowy parametr jakości zewnętrznej owoców? Sam biowęgiel nie miał istotnego wpływu na zwiększenie przyrostu średnicy pnia (wykres 5). W porównaniu z kontrolą taki wpływ odnotowano natomiast w kombinacjach B+M i B+O w latach 2015-2016. Najważniejszym wskaźnikiem wzrostu wegetatywnego drzew jest pole przekroju pnia – dlaczego nie został on uwzględniony w badaniach?

Interpretując uzyskane wyniki w doświadczeniach nr 2, 3 oraz te nieopublikowane Autor często opiera się jedynie na tendencjach, nie uwzględniając obliczeń statystycznych. Z tego powodu niektóre jego stwierdzenia są nieprawidłowe. Doktorant pisze, cyt. „Aplikacja

biowęgla i nawozu (B+O) skutkowałą wzrostem w każdym roku zawartości azotu w liściach” (wykres 6), podczas gdy taki wzrost odnotowano tylko w latach 2016-2017. W 2015 roku zawartość azotu w tej kombinacji była istotnie niższa w porównaniu do pozostałych. Istotnie wyższą zawartość manganu w liściach w porównaniu z kontrolą odnotowano również w kombinacji z samym biowęgłem (wykres 8) ale biowęgiew z nawozem organicznym (B+O) w latach 2015-2016 już nie miał takiego wpływu. Autor pisze, cyt. „zawartość pozostałych mikroelementów nie była istotnie modyfikowana po zastosowaniu biowęgla do gleby”, co nie jest prawdą, bo np. w przypadku Cu i Fe (średnia z 3 lat badań) stwierdzono istotny spadek, a Zn istotny wzrost zawartości tych pierwiastków. Kolejny cytat: „aplikacja biowęgla (B) i biowęgla z mikroorganizmami (B+M) nie zwiększała istotnie zawartości potasu w glebie” (wykres 9). W porównaniu do czego? Bo w porównaniu do kontroli i samych mikroorganizmów (M) taki wzrost odnotowano. Różnice pomiędzy kombinacjami w zawartości miedzi w glebie (wykres 10) były istotne (wystąpiła istotna różnica między kombinacją M, a B+M, B+O i M+O). Dlaczego Doktorant w streszczeniu swojego osiągnięcia naukowego przedstawił zawartość N, K i Mn w liściach, a K i Cu w glebie? Czym się kierował, dokonując takiego wyboru? Brakuje mi komentarza na ten temat. Opisując bardzo ciekawe wyniki badań jeszcze nieopublikowanych, Autor wielokrotnie nie uwzględnia obliczeń statystycznych, skupiając się na tendencjach. Piszę o tym po raz drugi z nadzieją, że Doktorant weźmie to pod uwagę podczas przygotowywania artykułu do druku. Analizując tylko wykres 12, Autor pisze, cyt. „Biowęgiew zastosowany w 2014 r. nie wpływał na liczebność bakterii...”, podczas gdy wpływał niekorzystnie istotnie obniżając ich liczbę w porównaniu do kontroli i kombinacji M i M+O. W roku 2015 nie odnotowano istotnej różnicy pomiędzy kombinacjami M i B, więc nie można pisać, że w kombinacji M liczba bakterii była najniższa (poprawniej najmniejsza), w porównaniu do pozostałych kombinacji. W roku 2015 największą (nie najwyższą) liczbę bakterii w glebie odnotowano w kombinacji kontrolnej, na poziomie kombinacji O i M+O. Opierając się na średnich z lat, które Autor najczęściej pomija w opisach, można wyciągnąć wniosek, że w porównaniu do kontroli wszystkie badane kombinacje doświadczalne nie miały istotnego wpływu na liczbę bakterii i grzybów w glebie oraz na stopień kolonizacji korzeni brzoskwini przez arbuskularne grzyby mikoryzowe. Tym samym założona hipoteza nr 4 nie została potwierdzona w całości. Zastosowany biowęgiew korzystnie wpłynął na zwiększenie stopnia frekwencji mikoryzowej korzeni brzoskwini ale faktu tego nie udowodniono statystycznie (wykres 14).

Opisując otrzymane wyniki Doktorant skupia się głównie na biowęgiew, często pomijając nawozy organiczne i mikroorganizmy. Założone hipotezy badawcze też dotyczą

tylko biowęgla – dlaczego? W rozdziale Wybrane wyniki i Dyskusja znacznie więcej miejsca poświęca Dyskusji niż otrzymanym wynikom. Dyskusja ta w dużych fragmentach bardziej przypomina ciekawą kontynuację Przeglądu literatury, ponieważ Autor stosunkowo rzadko porównuje wyniki badań własnych z osiągnięciami innych badaczy.

Końcowe rezultaty prowadzonych doświadczeń Doktorant zawarł w podsumowaniu, które jest streszczeniem uzyskanych wyników w porównaniu do założonych hipotez badawczych. Autor stwierdza w nim, że hipotezy nr 1, 2 i 3 zostały potwierdzone w całości. Z kolei hipoteza nr 4 w części dotyczącej mikrobiomu gleby nie potwierdziła się, natomiast wpływ biowęgla na stopień frekwencji mikoryzowej był zróżnicowany. W przedłożonej do oceny rozprawie doktorskiej, obejmującej 5-cio letnie wyniki badań, brakuje jasno sformułowanych wniosków.

Załączona bibliografia obejmuje 55 pozycji, w tym 54 w języku angielskim. Zostały one uszeregowane w kolejności alfabetycznej i prawie wszystkie odpowiednio zacytowane (brakuje cytacji pozycji Jonckheere i in. 2003). Z kolei pozycja Trouvelot (1986) jest cytowana na stronie 14 Metodyki, a brakuje jej w spisie literatury. Oczywiście są to pozycje wybrane, ponieważ łącznie we wszystkich publikacjach wchodzących w skład osiągnięcia naukowego Doktorant cytuje 112 prac, z których część się powtarza w przynajmniej dwóch artykułach. W przytoczonym spisie znalazło się 12 publikacji naukowych z ostatnich pięciu lat (2021-2025). Drobne błędy w cytowaniach:

- Khorram i in. (2018) str. 18 i 21, a w spisie literatury jest Khorram i in. (2019);
- Anim (2016) str. 23, a w spisie literatury jest Amin (2016);
- Bagheri i in. (2020) str. 24, a w spisie literatury jest Bagheri i in. (2021);
- Borowik i in. (2016) str. 30, a powinno być Borowik i Wyszowska (2016);

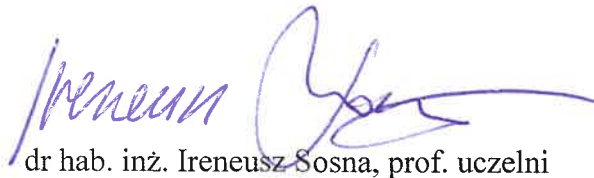
Wniosek końcowy

W podsumowaniu chciałbym podkreślić, że Pan mgr inż. Mateusz Frąc prawidłowo zaplanował i przeprowadził obszerne badania polowe i laboratoryjne, zakończone publikacjami wchodzącymi w skład osiągnięcia naukowego. Uzyskane wyniki przedstawił bardzo syntetycznie, przez co są one łatwiejsze do interpretacji. Autor zrealizował cel pracy oraz wniósł nowe treści poznawcze do stanu wiedzy w zakresie możliwości wykorzystania biowęgla, nawozów organicznych i pożytecznych mikroorganizmów w uprawie brzoskwini.

Uwzględniając całokształt przedstawionych osiągnięć Doktoranta, łącznie z wynikami badań jeszcze niepublikowanymi stwierdzam, że recenzowana rozprawa doktorska Pana mgr inż. Mateusza Frąca, stanowiąca cykl publikacji pod wspólnym tytułem: „Wykorzystanie

biowęglu i pożytecznych mikroorganizmów w uprawie brzoskwini”, zgodnie z wymogami określonymi w art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (Dz.U. 2024, poz. 1571 z późn. zm.), spełnia kryteria formalne i merytoryczne stawiane pracom doktorskim.

Zwracam się zatem do Rady Naukowej Instytutu Ogrodnictwa – Państwowego Instytutu Badawczego w Skierniewicach o dopuszczenie Pana mgr inż. Mateusza Frąca do dalszych etapów przewodu doktorskiego o nadanie stopnia doktora nauk rolniczych w dyscyplinie Rolnictwo i Ogrodnictwo.



dr hab. inż. Ireneusz Sosna, prof. uczelni