

Prof. dr hab. Katarzyna Hrynkiewicz  
Katedra Mikrobiologii, Instytut Biologii  
Wydział Nauk Biologicznych i Weterynaryjnych  
Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu  
Lwowska 1, 87-100 Toruń  
Tel. +48 (56) 611-25-40  
E-mail: [hrynk@umk.pl](mailto:hrynk@umk.pl)

Toruń 15.05.2023

#### **Podstawa formalna opinii**

Opinia została sporządzona dla Rady Naukowej Instytutu Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego PAN w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora w dziedzinie nauk rolniczych w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo zgodnie z decyzją podjętą na posiedzeniu w dniu 20 marca 2023 r.

#### **RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ**

**Mgr. Adama Kubaczyńskiego**

**p.t. „ROLA BIEWĘGLA W OGRANICZANIU EMISJI GAZÓW CIEPLARNIANYCH Z GLEBY  
PŁOWEJ”**

w postępowaniu dotyczącym nadania stopnia naukowego doktora  
w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo

Recenzja została przygotowana zgodnie z art. 190 ust. 3 ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 18 lipca 2018 r. (Dz. U. z 2022 r. poz. 574 ze zm.) oraz w oparciu o stanowisko recenzenta w sprawie dopuszczenia mgr. Adama Kubaczyńskiego do dalszych etapów postępowania o nadanie stopnia doktora.

## 1. Opis ogólny

Przedłożona do recenzji rozprawa doktorska mgr. Adama Kubaczyńskiego została napisana pod kierunkiem promotora: prof. dr hab. Małgorzaty Brzezińskiej oraz promotora pomocniczego: dr inż. Anny Walkiewicz z Zakładu Biogeochemii Środowiska Przyrodniczego, Instytutu Agrofizyki im. im. Bohdana Dobrzańskiego PAN w Lublinie.

Badania naukowe zaprezentowane w rozprawie doktorskiej A. Kubaczyńskiego zostały wykonane i sfinansowane w ramach projektu „Woda w glebie - monitoring satelitarny w poprawie retencji wodnej przy użyciu biowęgla” – SoilAqChar (Narodowe Centrum Badań i Rozwoju - strategiczny program badawczo-rozwojowy "Środowisko, rolnictwo i leśnictwo" - BIOSTRATEG3/345940/7/NCBR/2017).

Struktura pracy jest zgodna z ogólnymi zasadami i wymogami stawianymi rozprawom doktorskim i składa się z:

(a) dwóch spójnych tematycznie prac naukowych opublikowanych w renomowanych i wysoko punktowanych czasopismach naukowych, które ukazały się w latach 2020-2022: (P-1) International Agrophysics 34(3), 355-364 (IF<sub>2020</sub>: IF 2,317; MNiSW - 70) [<https://doi.org/10.31545/intagr/126762>], (P-2) Science of the Total Environment 806, 151259 (IF<sub>2022</sub>: 7,963; MEiN: 200) [<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.151259>];

(b) osiągnięcia patentowego P.433435 (numer i data uzyskania prawa wyłącznego: Pat.237796 / 2021-02-12);

(c) badań uzupełniających (P-3) przedstawionych w formie manuskryptu, na temat: „Roli biowęgla w ograniczaniu emisji gazów cieplarnianych z gleby płowej”.

Sumaryczny IF powyższych opublikowanych dwóch prac naukowych wynosi 10,28, natomiast łączna liczba punktów MNiSW 270. We wszystkich tych publikacjach Pan A. Kubaczyński jest pierwszym autorem i jak wskazano w oświadczeniu pełnił wiodącą rolę w projektowaniu i przeprowadzeniu doświadczeń, analizie uzyskanych wyników, statystycznym i graficznym opracowaniu wyników oraz współprzygotowaniu manuskryptów. Stosowne oświadczenia doktoranta i pozostałych współautorów publikacji zostały zamieszczone w końcowej części rozprawy doktorskiej (str. 123-144).

W rozprawie doktorskiej, poza wymienionymi powyżej publikacjami naukowymi i przygotowanym manuskrytem, zamieszczono dodatkowo takie rozdziały jak: Wprowadzenie, Hipotezy badawcze i cele rozprawy doktorskiej, Metodologię badań, Omówienie wyników zaprezentowanych w P-1 – P-2 oraz materiałach uzupełniających, Podsumowanie i Wnioski, Bibliografię oraz życiorys naukowy w formie aneksu. Liczba (łącznie 243 pozycje), znaczenie i aktualność wykorzystanych w pracy doktorskiej referencji oraz sposób pisania prac naukowych potwierdzają praktyczną i teoretyczną wiedzę Doktoranta na temat przedstawianego w rozprawie problemu oraz dużą swobodę w

interpretacji i dyskusowaniu tych zagadnień. Większość cytowań pochodzi z prac opublikowanych niedawno, w uznanych specjalistycznych czasopismach naukowych.

Przedłożona do recenzji praca doktorska dotyczy wieloaspektowego potencjału aplikacyjnego wybranych biowęgla, jako materiału poprawiającego właściwości i aktywność metanotroficzną gleby płowej. Głównym celem pracy doktorskiej była charakterystyka biowęgla powstałych z biomasy odpadowej (zrębków drzewnych, łusek słonecznika, łodyg malin i łodyg ziemniaków), obejmująca m.in. właściwości fizykochemiczne i potencjał biowęgla do pochłaniania metanu z atmosfery, a także wieloaspektowa ocena roli i przydatności wybranych biowęgla w ograniczeniu emisji gazów cieplarnianych z gleby płowej. Doktorant postawił trzy główne hipotezy badawcze (str. 41), odnoszące się bezpośrednio do zaprezentowanych w pracach P-1, P-2 i P-3 wyników badań nad różnymi typami biowęgla, które wyprodukowane zostały z różnych surowców. Założono, że zastosowane w doświadczeniach biowęgla różniące się właściwościami mogą m.in. prowadzić do poprawy właściwości fizykochemicznych gleby płowej (*Haplic Luvisol*), pozytywnie wpływać na stan mikrobioty glebowej, stymulować proces utleniania metanu, a w konsekwencji prowadzić do zmniejszonej emisji CH<sub>4</sub> z gleb.

Eksperymenty badawcze opisane przez doktoranta i współautorów w dwóch publikacjach i jednym manuskrypcie reprezentują chronologicznie i precyzyjnie zaplanowany cykl badań, oparty o szeroką gamę analiz, umożliwiających szczegółowe wyjaśnienie podjętego w pracy doktorskiej problemu naukowego. W pracach zastosowano m.in. (i) analizy fizykochemiczne badanych biowęgla [np. zawartość całkowitego węgla (C) i azotu (N), stężenie rozpuszczonego węgla organicznego (DOC), gęstość nasypowa, pojemność wodna (WHC), pH i potencjał oksydoredukcyjny (Eh)]; (ii) pomiary stężenia CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub> oraz O<sub>2</sub> w przygotowanych próbach metodą chromatografii gazowej; (iii) analizy społeczności mikroorganizmów zasiedlających badane gleby z wykorzystaniem sekwencjonowania następnej generacji (ang. *next generation sequencing* - NGS). Na szczególne uznanie w mojej opinii zasługuje opisane w pracy osiągnięcie patentowe P.433435, którego Doktorant jest pierwszym autorem. Przedmiotem wynalazku jest sposób otrzymywania biowęgla z biomasy, posiadającego dobrą zdolność pochłaniania metanu, a także sposób usuwania metanu z atmosfery z zastosowaniem tego biowęgla. Wyniki badań opisane szczegółowo w 2 publikacjach naukowych (P-1 i P-2) zostały podsumowane przez Doktoranta w formie rozdziałów wprowadzających do stanowiących część rozprawy doktorskiej publikacji.

## **2. Znaczenie i aktualność zagadnień zaprezentowanych w rozprawie doktorskiej**

Obserwowane w ostatnich dziesięcioleciach zmiany klimatyczne oraz postępująca degradacja gleb związana z intensyfikacją produkcji rolnej sprawia, że poszukuje się tanich i skutecznych rozwiązań, prowadzących do zatrzymania lub opóźnienia tych niekorzystnych zjawisk. Dużą nadzieję upatruje się w tym aspekcie w produkcji i wzbogaceniu gleb biowęgłem, pochodzącym z biomasy odpadowej, np. resztek poźniwnych i odpadów roślinnych z przemysłu przetwórczego. Wzbogacenie gleb biowęgłem może determinować wiele procesów zachodzących w glebie, jednak kierunek tych procesów jest wciąż mało poznany. Zastosowanie tego typu rozwiązań na szeroką skalę pozwoli na ochronę gleb przed degradacją, ograniczenie emisji i zwiększenie pochłaniania gazów cieplarnianych z rolnictwa, racjonalne zagospodarowanie biomasy odpadowej oraz zachowanie właściwej równowagi w

bioróżnorodności mikroorganizmów. Zaprezentowane przez Doktoranta szeroko zakrojone eksperymenty polowe i laboratoryjne, wykonane szczegółowe analizy mikrobiologiczne oraz uzyskane cenne wyniki badań, w istotnym stopniu poszerzają wiedzę naukową w tym temacie, a w przyszłości mogą w znaczącym stopniu wpłynąć na udoskonalenie technik stosowanych w rolnictwie z wykorzystaniem dodatków doglebowych opartych na biowęgłu.

### **3. Najważniejsze wyniki pracy doktorskiej przedstawione w publikacjach naukowych i ich znaczenie**

Do najważniejszych osiągnięć zaprezentowanych w pracy doktorskiej Pana A. Kubaczyńskiego zaliczam:

1. Doskonale przygotowane wprowadzenie do rozprawy doktorskiej, które w mojej ocenie może stanowić podstawę do przygotowania pracy przeglądowej.
2. Prowadzenie doświadczeń długoterminowych z zastosowaniem biowęgla pochodzącego ze zrębków drzewnych (poletka doświadczalne założone w 2013 roku).
3. Udowodnienie, że użyczenie gleby płowej biowęgłem zwiększa jej aktywność metanotroficzną, tym samym zmieniając bilans wymiany gazów cieplarnianych pomiędzy glebą i atmosferą.
4. Wykazanie, że karbonizaty powstałe z łądyg malin i ziemniaków charakteryzują się kilku-, a nawet kilkudziesięciokrotnie wyższą skutecznością w usuwaniu metanu z atmosfery (1% CH<sub>4</sub> obj.), niż biowęgłe wytworzone ze zrębków drzewnych i łusek słonecznika.
5. Potwierdzenie, że biowęgłe wprowadzone do gleby przyczyniły się do wzrostu liczebności i bioróżnorodności zbiorowisk bakterii metanotroficzných gleby płowej.

### **4. Podsumowanie**

Podsumowując, praca doktorska mgr. A. Kubaczyńskiego stanowi zbiór oryginalnych prac przedstawiających nową i przydatną wiedzę z zakresu stosowania różnego rodzaju biowęgla, które pozytywnie wpływają na parametry gleb uprawnych, a w efekcie również na potencjalne zahamowanie postępujących zmian klimatu. Opracowane przez Doktoranta nowatorskie rozwiązania mogą znaleźć szerokie zastosowanie w zrównoważonym rolnictwie. Doświadczenia, które przeprowadzono przy użyciu zróżnicowanych technik, przedstawiają szeroki i dobrze zaprezentowany zestaw wyników badań, które w publikacjach naukowych i manuskrypcie (stanowiących część pracy doktorskiej) zostały bardzo dokładnie przeanalizowane i omówione na podstawie dostępnej literatury naukowej. Rozprawa doktorska została poprawnie napisana pod względem redakcyjnym.

### **5. Uwagi**

1. Głównym celem pracy (P-4) zaprezentowanej w pracy doktorskiej w formie manuskryptu było określenie wpływu różnych dawek biowęgla z łusek słonecznika na właściwości fizykochemiczne gleby oraz skład i aktywność jej mikrobioty, ze szczególnym uwzględnieniem bakterii metanotroficzných. Ponieważ w wynikach

tej części pracy doktorant przedstawia analizy metagenomowe uzyskane dla bakterii, w mojej opinii warto byłoby dodać nieco więcej informacji we Wstępie i Dyskusji do tego manuskryptu, które pozwoliłyby określić aktualny stan wiedzy w temacie wpływu różnych biowęgla na bioróżnorodność mikroorganizmów.

2. W manuskrypcie P-4 zanalizowano różnorodność bakterii. Wielka szkoda, że w analizach zaprezentowanych w tej pracy nie uwzględniono różnorodności grzybów.
3. Czy doktorant mógłby przedstawić dalszy zakres prac badawczych i aplikacyjnych, które planuje podjąć w celu wykorzystania uzyskanych podczas realizacji pracy doktorskiej wyników, wiedzy i doświadczeń w celu wprowadzenia najbardziej skutecznych biowęgla na rynek?

#### 4. Wnioski

Podsumowując, rozprawa doktorska mgr. Adama Kubaczyńskiego przedstawia szeroko zakrojone i doskonale zaprezentowane wyniki badań, co wpływa na jej ogólny bardzo wysoki poziom merytoryczny. Liczba moich uwag jest niewielka i nie wpływa na ogólną **bardzo dobrą** ocenę pracy. Stwierdzam, że przedłożona do recenzji rozprawa doktorska spełnia warunki określone w art. 190 ust. 3 ustawy Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce z dnia 18 lipca 2018 r. (Dz. U. z 2022 r. poz. 574 ze zm.). Wnioskuje do Rady Naukowej Instytutu Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego PAN w dziedzinie nauk rolniczych w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo o dopuszczenie mgr. Adama Kubaczyńskiego do dalszych etapów postępowania o nadanie stopnia doktora w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo.

Jednocześnie, zwracam się do Członków Rady o **wyróżnienie pracy doktorskiej** za nowatorski charakter badań, szeroki zakres analiz wykorzystanych podczas prowadzonych doświadczeń oraz opracowanie strategii umożliwiających wprowadzenie nowych technologii stosowanych w rolnictwie.

Prof. dr hab. Katarzyna Hrynkiewicz

