

prof. dr hab. Cezary Kabała
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
Instytut Nauk o Glebie, Żywnienia Roślin i Ochrony Środowiska

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Dawida Kupki

**pt. „Wpływ symulowanego ocieplenia na właściwości chemiczne borówki czarnej
oraz wierzchniej warstwy gleby w drzewostanie świerkowym”**

wykonanej pod opieką

prof. dr hab. inż. Piotra Gruby

Recenzję wykonałem na wniosek prof. dr hab. inż. Jarosława Sochy, przewodniczącego Rady Dyscypliny Nauki Leśne Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie, w związku z powołaniem mnie przez Radę na recenzenta rozprawy doktorskiej mgr inż. Dawida Kupki (pismo DNL.5100.1.2024/JDS z dnia 14 marca 2024).

Ocieplenie klimatu na skalę globalną oraz lokalną, niezależnie od jego przyczyn, jest bezsprzecznym faktem naukowym potwierdzonym przez badaczy z różnych dyscyplin a także przez praktyków - między innymi rolników i leśników. Skutki tego procesu nie zawsze są jednoznaczne i łatwe do zaobserwowania, gdyż na ogólny trend nakłada się ogromna zmienność parametrów klimatycznych w kolejnych latach oraz nie mniejsza różnorodność lokalnych warunków przyrodniczych, w jednakowym stopniu utrudniających interpretację skali i tempa zjawiska. Skutki ocieplenia klimatu występują w wielu powiązanych ze sobą płaszczyznach i wycinkowa obserwacja zjawisk może prowadzić do błędnej interpretacji ich bezpośrednich przyczyn albo błędnej prognozy dalszego przebiegu i dalekosiężnych skutków, co zachęca do prowadzenia badań interdyscyplinarnych. W gospodarce leśnej, dodatkowymi czynnikami wpływającymi na interpretację skutków ocieplenia klimatu są: czasowe rozciągnięcie efektów wynikające z długowieczności drzewostanów, dominujący monokulturowy skład drzewostanów oraz skład

gatunkowy drzewostanów wymuszony potrzebami gospodarczymi i ekonomicznymi bardziej niż warunkami siedliskowymi. W szczególności dwa ostatnie czynniki mogą być przyczyną odmiennych wyników oraz wniosków w ekosystemach leśnych bardziej zbliżonych do naturalnych oraz w typowych drzewostanach gospodarczych. Również w Polsce odnotować można nieco odmienne podejście do oceny skutków ocieplenia klimatu w zależności od sposobu zdefiniowania funkcji badanych obszarów. W mniejszym stopniu problem ten dotyczy obszarów rolniczych, na których uprawy roślin mają jednoznacznie ustaloną funkcję produkcyjną. Na obszarach leśnych, podejście produkcyjne i przyrodnicze (rozumiane jako dążenie do bioróżnorodności sterowanej czynnikami naturalnymi) nie zawsze idą w parze, co skutkuje konstrukcją odmiennych założeń badawczych, odmiennym projektowaniem eksperymentów i odmienną interpretacją ich wyników. Na tym tle trzeba podkreślić, że eksperymenty terenowe o charakterze symulacyjnym należą w Polsce do rzadkości, a dominują statyczne badania porównawcze lub eksperymenty nie wychodzące poza skalę laboratoryjną.

Dlatego z dużym zainteresowaniem przyjąłem rozprawę doktorską Pana mgr inż. Dawida Kupki, który jako jeden z nielicznych polskich badaczy podjął się przeprowadzenia średnioterminowych eksperymentów symulujących ocieplenie klimatu bezpośrednio w ekosystemie leśnym, na dodatek na obszarze górskim, co jest pierwszą lub jedną z pierwszych tego typu prób w Polsce. Wybór drzewostanu świerkowego wydaje się w tym przypadku oczywisty, gdyż świerczyny uważane są na jedne z najbardziej narażonych na zmiany warunków środowiskowych, w tym na ocieplenie i przesuszenie klimatu. Jednocześnie, drewno świerkowe ma ogromne znaczenie budowlane i przemysłowe, toteż zmiany areалу świerczyn oraz ich produktywności będą miały poważne i długofalowe konsekwencje dla gospodarki. Rozprawa mgr inż. Dawida Kupki jest oryginalną próbą naukowego rozpoznania wybranych konsekwencji ocieplenia klimatu w drzewostanach świerkowych na obszarach górskich Polski południowej, poprzez analizę zmian w powierzchniowej warstwie gleb i w tkankach borówki czarnej, jednego z kluczowych gatunków runa drzewostanów świerkowych. Zmiany te mogą mieć bezpośredni lub pośredni wpływ na zasady gospodarki leśnej na obszarach górskich, ale także na kształtowanie się

parametrów siedliskowych i fitosocjologicznych górskich ekosystemów leśnych. Wybór tematu badań należy więc ocenić jednoznacznie pozytywnie, jako że wpisuje się on zarówno w obecne światowe trendy naukowe, jak i w szukanie odpowiedzi o praktycznym znaczeniu dla polskiego leśnictwa.

Pod względem merytorycznym, Doktorant sprecyzował kilka hipotez naukowych dotyczących zmian właściwości fizykochemicznych powierzchniowych warstw gleby oraz składu pierwiastkowego tkanek borówki czarnej w warunkach symulowanego ocieplenia klimatu. Pod względem technicznym, badania obejmowały obserwację zmian właściwości gleb i borówki czarnej w ramach eksperymentu terenowego oraz analizę sorpcji wybranych komponentów w glebach o modyfikowanych właściwościach, w oparciu o towarzyszący eksperyment laboratoryjny. Wyniki badań zostały przedstawione w czterech pracach opublikowanych w renomowanych periodykach naukowych: *Geodermie*, *Catenie*, *Science of the Total Environment* oraz *Ecological Indicators*. Już sam fakt opublikowania wyników w wymienionych czasopismach świadczy o ich wysokiej wartości naukowej, biorąc pod uwagę politykę wydawniczą czasopism, stawiającą na oryginalność i nowatorski charakter wyników, a także uwzględniając wnikliwy proces recenzyjny i edytorski, który wspomaga dopracowanie prac pod względem metodycznym, merytorycznym i technicznym. Każda z publikacji zawiera wprowadzenie literaturowe oraz dyskusję wyników potwierdzającą dobre teoretyczne przygotowanie Doktoranta, bazującą na wnikliwych studiach krajowej i światowej literatury przedmiotu. Tematyka doktoratu została prawidłowo rozdzielona do czterech publikacji, co skutkuje jednoznacznym zdefiniowaniem celów poszczególnych prac w ramach całej rozprawy. Metodyka prac została wyczerpująco przedstawiona i uzasadniona w publikacjach, zarówno w odniesieniu do eksperymentów terenowych i laboratoryjnych, jak i analiz laboratoryjnych próbek gleb i roślin, a także zastosowanych metod statystycznej obróbki i interpretacji wyników. Wyniki badań zostały przedstawione w czytelny sposób, w formie tabel lub wykresów, ułatwiających weryfikację ich spójności oraz interpretacji. Prace składające się na rozprawę doktorską cechują się wysokim poziomem edytorskim oraz poprawnością językową, co ma niebagatelne znaczenie dla ich międzynarodowego odbioru i oddziaływania

naukowego. Dominujący udział Doktoranta w każdej z czterech wieloautorskich publikacji został jednoznacznie potwierdzony dołączonymi do rozprawy oświadczeniami współautorów.

Przeprowadzony eksperyment terenowy, choć niewątpliwie trudny pod względem logistycznym i kosztowny, zakładał poszukiwanie potwierdzenia lub zaprzeczenia stosunkowo prostych hipotez badawczych. Jednak hipotezy te mają fundamentalne znaczenie dla zrozumienia mechanizmów zmian właściwości fizykochemicznych gleb i składu chemicznego roślin w warunkach ocieplenia klimatu. W szczególności jednoznacznie potwierdzono wzrost pH, ubytek całkowitej zawartości węgla organicznego, azotu i fosforu, a jednocześnie wzrost zawartości form mobilnych węgla organicznego i azotu w wierzchnich warstwach gleby. Jednocześnie potwierdzono reakcję borówki czarnej na ocieplenie, przejawiające się wzrostem zawartości węgla w badanych rodzajach tkanek, przy jednoczesnym zmniejszeniu się udziału innych makro- i mikrośladników. Z kolei eksperyment laboratoryjny wykazał zależność między odczynem gleby, powiązany z zmianami klimatu, a sorpcją mobilnych form próchnicy wytwarzanych w drzewostanach o różnym składzie gatunkowym. Uzyskane przez Doktoranta wyniki posłużyły do wyciągnięcia wniosków własnych, ale nie ma wątpliwości, że opublikowane w czasopiśmie o światowym zasięgu będą też wykorzystywane przez innych badaczy do naukowej interpretacji zjawisk przez nich obserwowanych, tak w Polsce, jak i na świecie, szczególnie w strefie klimatu umiarkowanego.

Nie wymieniam drobnych potknięć dostrzeżonych w rozprawie, gdyż dotyczą one prac już opublikowanych. Chciałbym jednak zwrócić uwagę na pewne mankamenty, które występują w poszczególnych pracach, a niektóre z nich zapewne w sposób niezamierzony zostały uwypuklone w przekrojowym autoreferacie towarzyszącym rozprawie doktorskiej.

Po pierwsze wyrazić należy żal, że Doktorant nie mierzył albo, jeśli mierzył, to nie ujawnił temperatury powietrza tuż nad glebą w obrębie kloszy i na powierzchniach kontrolnych. Pomiar taki pozwoliłby bardziej kompleksowo scharakteryzować stopień symulowanego ocieplenia. Wydaje się to istotne z co najmniej dwóch powodów: (1) w świadomości badaczy silniej zakorzeniona jest wiedza o prognozach i

skutkach zmian temperatury powietrza niż gleby, oraz (2) badane są reakcje roślin, które w równym lub nawet większym stopniu mogą zależeć od podwyższonej temperatury powietrza niż gleby.

Podobnie żałuję, że Doktorant pominął opis morfologiczny oraz opis zmian tego morfologii powierzchniowej warstwy organicznej w warunkach ocieplenia. Szereg badaczy uważa, co od strony chemicznej Doktorant potwierdził, że tzw. ściółka najszybciej reaguje na zmieniające się uwarunkowania środowiskowe, czyli jest czułym a prostym do obserwowania wskaźnikiem zmian, znakomicie odzwierciedlającym interakcje czynników fizykochemicznych i biologicznych.

Rozumiem teoretyczne przesłanki, które zdecydowały o wyborze gleby z głębokiego poziomu skały macierzystej do eksperymentów sorpcyjnych przeprowadzonych w warunkach laboratoryjnych i będących podstawą artykułu nr 4. Jednak w mojej opinii wybór gleby z tak głębokiego poziomu, mającej całkowicie odmienne kluczowe właściwości niż gleba w warstwie powierzchniowej obniża praktyczną wartość uzyskanych wyników. Oczywistym faktem jest, że obecność próchnicy w warstwie powierzchniowej tworzy bardzo trudną matrycę środowiskową, nie mniej jednak każda gleba leśna zawiera próchnicę w warstwie powierzchniowej, a zatem w każdej realnej glebie wszystkie zjawiska sorpcyjne będą przebiegały z udziałem próchnicy, w tym będą przez próchnicę modyfikowane. Zdaję sobie sprawę, że prowadzenie eksperymentów z sorpcją DOC (dissolved organic carbon) w glebie zawierającej sporo różnorodnych związków próchnicznych może przysłonić badane efekty sorpcji DOC, ale być może byłby to cenny wynik, pozwalający ustalić rzeczywiste znaczenie DOC w mechanizmach decydujących o stabilności materii organicznej w glebach. Mam bowiem wrażenie, wynikające z własnych doświadczeń, że rola DOC może być przeceniana w niektórych ekosystemach i niektórych warunkach glebowych.

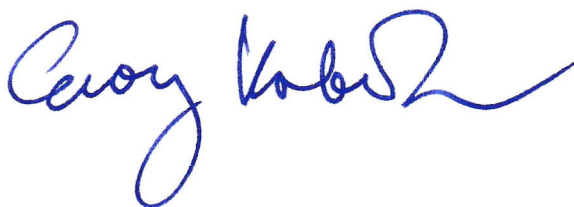
Mam ponadto wrażenie, że Doktorant wysnuwa w poszczególnych artykułach niespójne wnioski odnoszące się do spodziewanej reakcji roślinności, zarówno w odniesieniu do roślin runa, jak i gatunków budujących drzewostan. Otóż Doktorant potwierdził, że w warunkach ocieplenia zmniejsza się całkowita zawartość węgla, azotu i fosforu, co może mieć negatywny wpływ na roślinność, a jednocześnie

zwiększa się udział form mobilnych, co może mieć pozytywny wpływ na roślinność. Obie obserwacje pochodzą z tej samej gleby, drzewostanu i z tego samego okresu, a zatem końcowy wniosek powinien być uwspólniony. Rozstrzygnięcie tego dylematu być może wykracza poza ramy przeprowadzonego eksperymentu i wymagałoby badań znacznie dłuższych i rozleglejszych, ale jak najbardziej powinno znaleźć się w dyskusji ogólnej, gdyż może prowadzić do najważniejszych stwierdzeń wynikających z tego eksperymentu.

Eksperyment terenowy przeprowadzono w drzewostanie o określonej zwartości. Jestem w związku z tym ciekaw opinii Doktoranta na temat wpływu zwartości drzewostanu świerkowego, na określonym siedlisku, na porównywalność wyników eksperymentów analizujących skutki ocieplenia. Innymi słowy, czy Doktorant dostrzega w wynikach swojego eksperymentu wpływ aktualnego zagęszczenia koron i jak inaczej mogłyby one kształtować się, gdyby zagęszczenie koron było większe?

Reasumując pragnę podkreślić, że recenzowana rozprawa doktorska jest oryginalnym opracowaniem problemu naukowego, znacząco przyczyniającym się do rozwoju wiedzy o glebowych i przyrodniczych skutkach ocieplenia klimatu w ramach dyscypliny Nauki Leśne. Doktorant wykazał się wysokim poziomem wiedzy teoretycznej oraz umiejętnością samodzielnego prowadzenia badań naukowych i interpretacji ich wyników. Uwagi wymienione w recenzji nie podważają wartości naukowej rozprawy jako całości i odnoszą się do pożądanego kierunku dalszego zgłębiania problemu naukowego, w przypadku kontynuacji badań w tym zakresie.

W moim przekonaniu, przedstawiona rozprawa doktorska spełnia warunki określone w art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2023 poz. 742 ze zmianami). W związku z powyższym, przedkładałam Radzie Dyscypliny Nauki Leśne Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie wniosek o dopuszczenie do obrony rozprawy mgr inż. Dawida Kupki pt. „Wpływ symulowanego ocieplenia na właściwości chemiczne borówki czarnej oraz wierzchniej warstwy gleby w drzewostanie świerkowym”.



Wrocław, 26.04.2024