



Bydgoszcz, 09.09.2023 r.

prof. dr hab. inż. Mirosław Kobierski
Wydział Rolnictwa i Ogrodnictwa
Katedra Biogeochemii i Gleboznawstwa
Pracownia Gleboznawstwa i Biochemii
ul. Bernardyńska 6, 85-029 Bydgoszcz
tel. +48 52 3749551, e-mail kobierski@pbs.edu.pl

Recenzja rozprawy doktorskiej **mgr. inż. Tymoteusza Bolewskiego**
zatytułowanej

„Emisja CO₂ z powierzchni gleb w warunkach zróżnicowanej technologii uprawy roli pod buraki
cukrowe”

Promotor

dr hab. inż. Zygmunt Miatkowski

1. Podstawa przygotowania recenzji

Recenzję opracowano na podstawie pisma Zastępcy Dyrektora ds. Naukowych – Instytutu Technologiczno-Przyrodniczego Państwowego Instytutu Badawczego w Falentach z dnia 10 lipca 2023 roku (nr pisma DON-RN.33/2023).

Podstawą formalno-prawną opracowania recenzji rozprawy doktorskiej **mgr. inż. Tymoteusza Bolewskiego** pt.: „Emisja CO₂ z powierzchni gleb w warunkach zróżnicowanej technologii uprawy roli pod buraki cukrowe” jest Uchwała nr 974/2023 Rady Naukowej Instytutu Technologiczno-Przyrodniczego Państwowego Instytutu Badawczego w Falentach z dnia 28 czerwca 2023 roku.

2. Problematyka rozprawy doktorskiej

Ograniczanie emisji dwutlenku węgla pochodzącego z działalności gospodarczej jest jednym z największych wyzwań jakim próbuje sprostać współczesna nauka i technika, ponieważ gaz ten należy do głównych gazów cieplarnianych. Nasiloną antropopresją prowadzi do znaczącego zakłócenia globalnego obiegu węgla. Prawidłowy dobór sposobu użytkowania gleb umożliwia spowolnienie tempa mineralizacji materii organicznej. Pozwala to na wdrożenie agrotechniki ograniczającej ilość oraz intensywność zabiegów uprawowych w ramach konserwującej uprawy roli. Poszukiwanie systemów uprawy poprawiających bilans materii organicznej w glebie jest jednym z nadrzędnych działań naukowców łączących teorię z praktyką. Ochrona środowiska naturalnego w zderzeniu z potrzebami współczesnego rolnictwa nabiera globalnego znaczenia w kontekście ochrony zasobów glebowych.

Ze względu na jakość gleb regionu Kujaw, z zasobnymi i żyznymi czarnymi ziemiemi, do najważniejszych uprawianych roślin należy burak cukrowy. W konwencjonalnej uprawie buraka cukrowego stosowane są zabiegi odwracające i spulchniające glebę, które przyczyniają się, zdaniem wielu badaczy, do nadmiernej mineralizacji materii organicznej. Efekt erozji uprawowej dotyczy także wywiezienia z pola gleby ryzosferowej wraz z plonem korzeni. W okresie

wiosennym powierzchnia gleb pod uprawą buraka cukrowego pozostaje bez okrywy roślinnej, co oddziałuje negatywnie na bilans węgla organicznego.

Gleby należą do najważniejszych ogniw w globalnym obiegu węgla. Nieracjonalne użytkowanie gleb prowadzić może do wzrostu emisji tego pierwiastka do atmosfery w formie CO₂ na skutek mineralizacji materii organicznej. W związku z powyższym wybór tematyki niniejszej rozprawy opisującej wielkość i dynamikę strumieni emisji i pochłaniania CO₂ agroekosystemu uprawy buraka cukrowego oraz określenie na ich podstawie bilansu wymiany tego gazu jest wciąż bardzo aktualny. Podjęcie zatem przez Autora tematu rozprawy pt. „Emisja CO₂ z powierzchni gleb w warunkach zróżnicowanej technologii uprawy roli pod buraki cukrowe” uważam za wysoce uzasadniony.

3. Ogólna charakterystyka i ocena formalna rozprawy doktorskiej

Celem głównym badań opisanych w niniejszej rozprawie doktorskiej było określenie wielkości i dynamiki strumieni emisji i pochłaniania CO₂ agroekosystemu uprawy buraka cukrowego oraz określenie na ich podstawie bilansu wymiany CO₂ w warunkach stosowania konwencjonalnej i zredukowanej przedzimowej uprawy roli. Autor rozprawy zaproponował rozwiązanie problemu badawczego poprzez sformułowanie bardzo precyzyjnych pytań badawczych oraz hipotez badawczych. W bardzo czytelny sposób przedstawił sposób realizacji celów badań oraz jakiego rodzaju odpowiedzi są oczekiwane na postawione pytania. Zaproponowane hipotezy badawcze mają silne podstawy w teorii oraz wynikach badań, innych autorów, a także zostały bardzo dobrze zweryfikowane w toku analizy statystycznej wyników. Wysoce pozytywnie oceniam zaproponowany zakres i przebieg prac badawczych jako logiczny i właściwie zaplanowany. Dotyczy to zarówno prac terenowych, jak również etapu pracy indywidualnej związanej z przygotowaniem danych pomiarowych oraz danych obliczonych za pomocą sparametryzowanych półilościowych modeli. Wyniki badań opracowano statystycznie wykorzystując m.in. współczynnik determinacji, średni błąd bezwzględny, PBIAS (percent bias) i inne, które umożliwiały ocenę stopnia dopasowania wartości symulowanych do wartości empirycznych. Oprócz wykonania pomiarów w terenie Autor zaplanował badania i analizę modelową obejmującą: parametryzację równań pół-empirycznych dla zbiorów danych emisji CO₂ z powierzchni gleby, emisji CO₂ pochodzącej z całkowitej respiracji agroekosystemu, produkcji pierwotnej brutto oraz emisji CO₂ indukowanej wykonaniem zabiegów przedzimowej uprawy roli; obliczenie skumulowanych dobowych wartości: emisji CO₂ z powierzchni gleby, emisji CO₂ pochodzącej z całkowitej respiracji agroekosystemu, produkcji pierwotnej brutto oraz wymiany CO₂ ekosystemy netto; obliczenie skumulowanych minutowych wartości emisji CO₂ z powierzchni gleby indukowanej przeprowadzeniem zabiegów przedzimowej uprawy roli oraz utworzenie bazy danych zawierającej obliczone za pomocą modeli pół-empirycznych wartości strumieni wymiany CO₂. Poza tym Autor przedstawił: wyniki analizy wrażliwości symulowanej rocznej zmiany zawartości węgla organicznego w glebie na zmianę wybranych parametrów wejściowych modelu DNDC (*DeNitrification-DeComposition*); kalibrację i walidację modelu DNDC ze względu na wielkość emisji CO₂ z powierzchni gleby; oraz symulację emisji CO₂ z powierzchni gleby uzupełnienie bazy danych wyników pomiarowych danymi obliczonymi za pomocą modelu DNDC. W opracowaniu wyników Autor konsekwentnie dążył do uzyskania pełnych odpowiedzi dla sformułowanych celów badawczych i hipotez. Umiejętny wybór i wykorzystanie zestawów pomiarowych (komory pomiarowe) w badaniach terenowych świadczą o bardzo dobrym warsztacie badawczym **mgr. inż. Tymoteusza Bolewskiego**.

Stwierdzam, że przedstawiona do recenzji rozprawa pt. „Emisja CO₂ z powierzchni gleb w warunkach zróżnicowanej technologii uprawy roli pod buraki cukrowe” zawiera wszystkie wymagane elementy rozprawy doktorskiej oraz ma charakter naukowo-badawczy.

4. Zawartość rozprawy doktorskiej i ocena merytoryczna

Rozprawa doktorska mgr. inż. Tymoteusza Bolewskiego została przygotowana w formie Monografii, która liczy 240 jednostronnie numerowanych stron. W pracy znajdują się rozdziały: 1. WSTĘP (3 strony); 2. PROBLEMATYKA PRACY W ŚWIETLE LITERATURY (23 strony); 3. CEL, ZAKRES PRACY I HIPOTEZY (6 stron); 4. METODY BADAŃ (25 stron); 5. CHARAKTERYSTYKA OBIEKTU BADAWCZEGO (8 stron); 6. WYNIKI BADAŃ (98 stron); 7. DYSKUSJA WYNIKÓW (29 stron); 8. PODSUMOWANIE I WNIOSKI (7 stron); 9. LITERATURA (23 strony); 10. SPIS RYSUNKÓW I TABEL (12 stron); PODSTAWOWE POJĘCIA I DEFINICJE (1 strona). Dysertacja zawiera spis 247 pozycji literaturowych.

Układ pracy jest prawidłowy, zgodnie z ogólnie przyjętymi kryteriami dla rozpraw doktorskich. Zachowana została właściwa proporcja poszczególnych rozdziałów. Brakuje w tekście (poza nielicznymi przypadkami) odniesienia do numeracji rysunków. Informacje te znajdują się dopiero w osobnym rozdziale SPIS RYSUNKÓW I TABEL (na końcu maszynopisu). W rozprawie zamieszczono 41 tabel oraz 84 rysunki, z czego część to fotografie (2, 3, 6-8, 11).

Rozdział 1. WSTĘP

W tej części pracy Autor wskazał na narastające zagrożenia związane ze zmianami klimatycznymi, co przyspieszyło działania nad opracowaniem metod ograniczania emisji CO₂ oraz dało impuls do poszukiwań metod monitorowania tego gazu w środowisku. W zależności od warunków siedliskowych, ale przede wszystkim od sposobu użytkowania gleb mogą być one źródłem emisji CO₂ lub miejscem sekwestracji węgla. Istotnego znaczenia nabiera poszukiwanie systemów zredukowanej i konserwującej uprawy roli, zwłaszcza w uprawie roślin okopowych (w tym buraka cukrowego), które charakteryzują się często ujemnym bilansem węgla. We wstępie rozprawy Autor udowodnił potrzebę i zasadność realizacji badań.

Rozdział 2. PROBLEMATYKA PRACY W ŚWIETLE LITERATURY

Rozdział ten spełnia wymogi przeglądu piśmiennictwa i odnosi się bezpośrednio do tematyki badawczej opisaney w rozprawie. Rozdział ten obejmuje pięć podrozdziałów, w których Autor opisał zagadnienia związane z glebą jako ogniwem obiegu węgla, scharakteryzował zmiany strumienia dwutlenku węgla z gleby pod wpływem zabiegów uprawy roli oraz przedstawił metody pomiaru strumieni CO₂. Autor uzasadnił potrzebę wykorzystania analizy modelowej obejmującej obliczenia za pomocą modeli pół-empirycznych wielkości strumieni wymiany CO₂ pomiędzy agroekosystemem uprawy buraka cukrowego a atmosferą oraz wskazał na celowość zastosowania modelu matematycznego DNDC do symulacji strumienia respiracji gleby w uprawie buraka cukrowego. Modele matematyczne symulujące procesy biogeochemiczne są obecnie uważane za jedno ze skuteczniejszych narzędzi, które są wykorzystywane w badaniach strumieni gazów oraz do oceny bilansu wymiany gazów cieplarnianych w kontekście potencjalnych następstw stosowanych praktyk rolniczych oraz zmian klimatycznych.

Przegląd piśmiennictwa jest oparty w większości na anglojęzycznych doniesieniach literaturowych. Rozdział ten został napisany starannie, poprawną polszczyzną, a zastosowana nomenklatura jest prawidłowa i obowiązująca w obszarze podjętej tematyki badawczej. Utrudnieniem w czytaniu rozprawy było użycie części skrótów, których objaśnienie znajduje się w dalszych częściach tekstu rozprawy. *Obecność tak wielu akapitów w tekście wskazywałoby na odmienność logiczną. Uważam, że zaproponowany przez Autora podział tekstu wymaga korekty.* Akapit jako podstawowa jednostka logiczna tekstu powinien stanowić z jednej strony część tekstu, a z drugiej zaś strony zamkniętą całość treściową. Należy konstruować tekst, aby zarówno na

początku, jak i na końcu akapitu znajdowały się co najmniej dwa wiersze tekstu. **Najczęstszymi błędami edytorskimi pojawiającymi się w tekście niniejszej rozprawy są wyrazy (najczęściej spójnik lub przyimek) na końcu wersu oraz niekonsekwentne i zamiennie stosowanie myślnika i łącznika. Uchybieniem w tekście są także błędy interpunkcyjne. Nadmierna ilość akapitów w tekście rozprawy oraz błędy interpunkcyjne dotyczą całej pracy.**

Reasumując, Autor zaprezentował w niniejszej rozprawie szeroki i wielowątkowy przegląd literatury obejmujący swoim zakresem opisywaną tematykę badawczą. Świadczy to o znacznej wiedzy Autora oraz o bardzo dobrym przygotowaniu do realizacji przyjętych celów badawczych.

Rozdział 3. CEL, ZAKRES PRACY I HIPOTEZY. W rozdziale przedstawiony został cel główny, na który składa się sześć dobrze sprecyzowanych celów szczegółowych. W mojej ocenie Autor rozprawy bardzo dobrze doprecyzował główny problem badawczy – tworząc jedenaście pytań badawczych oraz wskazał w jaki sposób cele badań zostaną osiągnięte, a także jakiego rodzaju rezultaty są oczekiwane. Zakres przedmiotowy pracy jest bardzo szeroki i obejmuje pięć zagadnień. Szczegółowy zakres przeprowadzonych badań był zróżnicowany na kilka lat i obejmował: podstawowe badania gleboznawcze, pomiary i rejestrację parametrów bezpośrednio na powierzchni pól; określenie wielkości plonu korzeni buraka cukrowego. Bardzo ważnym elementem rozprawy jest analiza modelowa. Obejmowała ona obliczenia za pomocą modeli pół-empirycznych wielkości strumieni wymiany CO₂ pomiędzy agroekosystemem uprawy buraka cukrowego a atmosferą. Autor rozprawy wykorzystał także model matematyczny DNDC z krokiem dobowym do symulacji strumienia respiracji gleby w uprawie buraka cukrowego. Hipotezy badawcze podejmowały zagadnienia związane ze strumieniem wymiany CO₂ agroekosystemu buraka cukrowego z atmosferą w warunkach konwencjonalnej i zredukowanej przedzimowej uprawy roli pod uprawę tej rośliny oraz modelowanie respiracji gleby, całkowitej respiracji ekosystemu (TER) i produkcji pierwotnej agroekosystemu (GEP). Autor rozprawy w hipotezie głównej przyjął, iż wielkość wymiany CO₂ netto z atmosferą (NEE) oraz respiracja gleby (Sr) agroekosystemu buraka cukrowego są zróżnicowane w warunkach stosowania konwencjonalnej i zredukowanej przedzimowej uprawy roli poprzedzającej uprawę tej rośliny.

Rozdział 4 oraz 5 to MATERIAŁY I METODY oraz CHARAKTERYSTYKA OBIEKTU BADAWCZEGO. Metodologia badań została przedstawiona w poprawny i klarowny sposób zgodnie z zasadami prowadzenia badań naukowych. Autor w jedenastu podrozdziałach opisał wykorzystane rodzaje metod wraz z analizą statystyczną w kolejności, która jest zgodna z realizacją badań. W pierwszym podrozdziale METODY BADAŃ Autor rozprawy opisał najważniejsze metody pomiaru wielkości strumieni CO₂ wykorzystując dwa warianty komór pomiarowych. **W rozdziale tym pojawiły się określenia komory zamkniętej oraz wentylowanej (str. 38). Czy te określenia są tożsame z komorą statyczną z miernikiem dyfuzyjnym oraz komorą dynamiczną?** Zakres pomiarów wykonanych przy pomocy metody komorowej obejmował: a) wielkość wymiany CO₂ agroekosystemu netto z atmosferą (pomiar w warunkach dopływu promieniowania słonecznego do roślin w komorze (lata 2014-2016); b) całkowitą aktywność respiracyjną agroekosystemu (po odcięciu dopływu promieniowania słonecznego do roślin w komorze i zatrzymaniu fotosyntezy (lata 2014-2016); c) respirację gleby (lata 2010-2016).

Na wyróżnienie zasługuje bardzo dobrze napisana metodologia badań, zakres przeprowadzonych badań oraz sposób interpretacji wyników dotyczących pomiaru strumienia CO₂. Do pomiaru stężenia CO₂ w latach badań 2010-2013 wykorzystano komorę statyczną z miernikiem dyfuzyjnym. W latach 2014-2016 w pomiarach strumieni CO₂ zastosowano metodę zamkniętych komór dynamicznych. **Pomiar stężenia CO₂ w komorze był wykonywany za pomocą prototypowego zestawu pomiarowego zawierającego przepływowy analizator gazowy LI-840A (Licor). Proszę wyjaśnić na czym polega działanie prototypu oraz czy zastosowane rozwiązanie może być wykorzystane przez innych naukowców? Brakuje zebranej informacji o liczbie**

pobraných próbek oraz liczbie wykonanych pomiarów. Wymagana jest krótka charakterystyka wykonania pomiaru promieniowania fotosyntetycznie aktywnego. W podrozdziale 4.7. Właściwości fizyczne i chemiczne gleby brakuje informacji o metodzie oznaczenia gęstości objętościowej oraz sposobie obliczenia wielkości porowatości, a także opisu oznaczenia połowej pojemności wodnej gleby. Dlaczego wilgotność mierzono w warstwie powierzchniowej (0-6 cm) a temperaturę na głębokości 5 cm? Czy na pomiar temperatury gleby wpływa jej barwa? Tabela 1-6 powinny znaleźć się w rozdziale WYNIKI BADAN. W podrozdziale 5.3 Pokrywa glebowa zapis budowy profilowej czarnej ziemi wymaga korekty z uwagi na wysoki poziom wód gruntowych oraz zawartość węgla wapnia w skale macierzystej. Czy odczyn mierzony był roztworze w 1 M KCl? Brakuje wyników badań własnych zawartości węgla organicznego i azotu ogólnego.

W rozdziale 6. WYNIKI BADAN Autor prezentuje wyniki prac badawczych. Rozdział ten został podzielony na podrozdziały odpowiadające zadaniom przedstawionym w metodyce. Uzyskane rezultaty opracowano w syntetyczny sposób z wykorzystaniem dostępnych narzędzi do wizualizacji danych i analizy statystycznej. Opisy wyników zawartych w tabelach i wykresach nie budzą zastrzeżeń. **Uwaga dotyczy braku odniesienia zapisu numeracji wykresów w tekście pracy.** W tabelach i na wykresach przedstawione zastały wyniki badań zrealizowanych w terenie oraz wyniki analiz modelowych, które obejmowały chwilowe wartości strumieni CO₂ z respiracji gleby. Bardzo ważnym etapem opracowania wyników była analiza statystyczna uzyskanych zbiorów danych, co pozwoliło na weryfikację postawionych hipotez. Autor wykorzystał m.in. wyniki analizy wariancji rang Kruskala-Wallisa, test wielokrotnych porównań średnich rang dla wszystkich wariantów, wyniki testu U Manna-Whitneya do opisu wartości strumienia emisji CO₂. Autor określił także strumienie CO₂ z respiracji gleby – średnie okresowe i dynamika w sezonie wegetacyjnym; strumienie chwilowe CO₂ z całkowitej respiracji ekosystemu; strumienie CO₂ z całkowitej respiracji ekosystemu – średnie okresowe i dynamika w sezonie wegetacyjnym oraz wartości chwilowe strumieni wymiany CO₂ ekosystemu netto. Do opisu tych ostatnich Autor zastosował wyniki testu Shapiro-Wilka. Średnie wartości wymiany ekosystemu netto (NEE) w trakcie kampanii pomiarowych na poszczególnych wariantach uprawy przedzimowej w poszczególnych sezonach wegetacyjnych opisane zostały w formie czytelnych wykresów. Określając wartości chwilowe strumienia produkcji ekosystemu brutto wykorzystano wyniki testu Kruskala-Wallisa. Autor przedstawił w formie graficznej granicę faz dynamiki strumienia emisji CO₂ indukowanego wykonaniem orki przedzimowej na przykładzie danych empirycznych oraz dynamikę strumienia emisji CO₂ z powierzchni gleby do 160 min. od momentu wykonania zabiegów orki przedzimowej i głęboszowania z poszczególnych lat. Zbiory danych z kampanii pomiarowych emisji CO₂ z gleby uzupełniono danymi obliczonymi za pomocą równania Lloyda-Taylora. Wykreślono krzywe przedstawiające zależność respiracji gleby od temperatury gleby na głębokości 10 cm dla każdego wariantu uprawy przedzimowej. Sparametryzowane równania wykorzystywano w dalszym etapie do symulacji strumieni CO₂ z gleby z krokiem dobowym. Do uzupełnienia zbiorów danych z kampanii pomiarowych całkowitej respiracji ekosystemu posłużyły wartości obliczone za pomocą modelu Lloyda-Taylora. Dla każdego wariantu doświadczenia oraz każdego sezonu badań wyznaczono wartości parametrów R_{ref} (oddychanie ekosystemu w temperaturze referencyjnej wynoszącej 10°C) oraz E₀ (energia aktywacji niezbędna do zainicjowania procesów oddechowych). Wykreślono krzywe przedstawiające zależność całkowitej respiracji ekosystemu od temperatury powietrza na wysokości 2 m dla każdego wariantu uprawy przedzimowej. Sparametryzowane równania wykorzystywano w dalszym etapie do symulowania strumieni TER z krokiem dobowym. Do uzupełnienia zbiorów danych produkcji ekosystemu brutto użyto wartości obliczonych za pomocą równania Michaelisa i Mentena. Skumulowane dobowe wartości wymiany ekosystemu netto (NEE_{24h}) zostały obliczone jako różnica wymodelowanych skumulowanych dobowych wartości TER i GEP. Autor przedstawił bardzo interesujące wyniki analizy wrażliwości modelu DNDC, na podstawie których stwierdził,

iż wartość symulowanej rocznej zmiany zasobów węgla organicznego w glebie wykazała wrażliwość na zmianę wartości siedemnastu parametrów wejściowych, należących do parametrów glebowych, roślinnych i agrotechnicznych. W ramach kalibracji modelu DNDC Autor zidentyfikował zestaw wartości parametrów wejściowych, który zapewnił najlepsze dopasowanie wartości symulowanych do wartości odpowiadających średniej dobowej temperaturze gleby na głębokości 10 cm. Autor przedstawił także miary dopasowania wartości symulowanych emisji CO₂ z gleby do wartości emisji CO₂ z gleby odpowiadających średniej dobowej temperaturze na głębokości 10 cm użytych do walidacji modelu DNDC (wariant z orką typową). Na czterech rysunkach Autor przedstawił dynamikę symulowanego strumienia CO₂ z gleby (Sr DNDC) (etap walidacji) na tle wartości odpowiadających średniej dobowej temperaturze gleby na głębokości 10 cm na wariancie z orką typową. ***Nagromadzenie bardzo wielu wyników powodowało bardzo duże trudności interpretacyjne.***

W rozdziale DYSKUSJA WYNIKÓW (s. 169-198) Autor wskazuje, że badania strumieni wymiany węgla agroekosystemów z atmosferą były w Polsce rzadko wykonywane. Nie przeprowadzono dotychczas w Polsce badań wymiany CO₂ agroekosystemu upraw buraka cukrowego z atmosferą w warunkach przedzimowej uprawy roli pod tę roślinę. Uzyskane wyniki, a przede wszystkim sposób ich opracowania, stwarzają możliwość uzupełnienia wiedzy w tym zakresie. Rozdział 6 prezentuje wnikliwą dyskusję uzyskanych przez Autora wyników, które odnoszą się do rezultatów badań przeprowadzonych przez innych naukowców, o podobnej tematyce.

Pan mgr. inż. Tymoteusz Bolewski w swoich rozważaniach powołał się na literaturę o zasięgu krajowym i międzynarodowym. Autor świadomie nawiązał do wyników własnych, następnie je konfrontował z osiągnięciami innych naukowców. W klarowny sposób przedstawił mechanizmy opisywanych przez siebie zagadnień badawczych oraz wyjaśnił wybór metod badawczych oraz sposób interpretacji wyników badań. Omawiana część rozprawy została bardzo szczegółowo opracowana, co pozwoliło Autorowi na przygotowanie rozdziału PODSUMOWANIE I WNIOSKI. Część tego rozdziału PODSUMOWANIE uważam za nazbyt obszerną, powielającą elementy rozdziału WYNIKI BADAŃ.

Poszczególne wnioski stanowią odniesienie do celów pracy oraz hipotez badawczych. ***Pierwszy z wniosków powinien zostać przedragowany, ponieważ określenie ...są istotnie zróżnicowane... jest mało precyzyjne. Brakuje we wnioskach wyraźnego podkreślenia osiągnięć pracy badawczej, w tym istniejących w niej elementów nowości naukowej.***

Proszę, aby Autor recenzowanej pracy doktorskiej, odniósł się uwag i pytań zamieszczonych w całym tekście recenzji. ***Proszę o ujednoczenie jednostek miary, ponieważ zgodnie z aktualnym znormalizowanym układem jednostek miar wg SI (Międzynarodowy Układ Jednostek Miar, Système international d'unités) – zapis t (tona) to Mg (megagram). Problematyczne jest zamienne stosowanie określeń: „techniki uprawy”, „technologie uprawy”, „systemy uprawy” proszę wyjaśnić ich użycie w tekście pracy. Proszę doprecyzować terminy: „rodzaj gleby”, „typ gleby”. Prawidłowe jest określenie próbki glebowe zamiast próby glebowe. Niewłaściwe jest użycie „buraków cukrowych”, ponieważ powinno być buraka cukrowego.***

Wskazane uchybienia, w tym brak odniesienia numeracji rysunków w tekście rozprawy, błędy edycyjne, nie umniejszają merytorycznej wartości pracy, którą oceniam bardzo wysoko. Mam nadzieję, że sformułowane przeze mnie uwagi usprawnią przygotowywanie materiałów konferencyjnych lub publikacji.

5. Ocena końcowa

W niniejszej rozprawie przedstawiono wyniki badań empirycznych i modelowych strumieni emisji i pochłaniania CO₂ agroekosystemu buraka cukrowego w kilku sezonach wegetacyjnych w warunkach stosowania konwencjonalnej i zredukowanej przedzimowej uprawy roli.

Nadrzędnym celem badań była ocena wielkości i dynamiki strumieni emisji i pochłaniania dwutlenku węgla oraz określenie bilansu wymiany CO₂ między agroekosystemem buraka cukrowego a atmosferą, z jednoczesnym wskazaniem systemu uprawy najbardziej korzystnego z punktu widzenia ochrony zasobów węgla w glebie. Niezwykle istotnego znaczenia nabiera poszukiwanie systemów zredukowanej i konserwującej uprawy roli, które poprawiłyby bilans węgla organicznego w glebie oraz zmniejszyły strumień CO₂ z agroekosystemu buraka cukrowego do atmosfery.

Oceniam wysoce pozytywnie recenzowaną rozprawę doktorską pod kątem merytorycznym. Doktorant wykazał się bardzo dobrą znajomością literatury oraz bogatym warsztatem badawczym, także umiejętnością samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. W mojej opinii oceniana rozprawa stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego. Na podstawie lektury rozprawy stwierdzam, że doktorant posiada ogólną wiedzę teoretyczną dotyczącą zagadnień podejmowanych w pracy. Udowodnił to w części teoretycznej oraz dyskusji wyników badań.

Biorąc pod uwagę walory naukowe i aplikacyjne rozprawy doktorskiej pt. Emisja CO₂ z powierzchni gleb w warunkach zróżnicowanej technologii uprawy roli pod buraki cukrowe jednoznacznie stwierdzam, że spełnia ona wymagania określone w art. 13 ust. 1 Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. z 2017 r., poz. 1789 ze zm.) w zw. z art. 179 ust. 2 ustawy z dnia 3 lipca 2018 r. Przepisy wprowadzające ustawę – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r., poz. 1669 z późn. zm.). wnioskuję o przyjęcie rozprawy doktorskiej **mgr. inż. Tymoteusza Bolewskiego** i dopuszczenie jej do publicznej obrony.


Prof. dr hab. inż. Mirosław Kobierski