

dr hab. inż. Jolanta Kwiatkowska-Malina, prof. PW
Katedra Gospodarki Przestrzennej
i Nauk o Środowisku Przyrodniczym
Wydział Geodezji i Kartografii
Politechnika Warszawska
e-mail: jolanta.kwiatkowska@pw.edu.pl

Warszawa, 29 czerwca 2018 r.

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr Marty CYBULAK

**pt.: "Wpływ dodatku biowęgla na właściwości fizykochemiczne i kwasy humusowe
gleby pod użytkiem zielonym i ugorzem czarnym"**

Podstawa opracowania recenzji

Recenzję opracowano na prośbę Rady Naukowej Instytutu Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego Polskiej Akademii Nauk, na podstawie umowy o dzieło nr 75/5/18d z dnia 22.05.2018 roku.

Ogólna charakterystyka rozprawy

Opiniowana rozprawa doktorska Pani mgr Marty CYBULAK pod podanym wyżej tytułem została wykonana pod kierownictwem promotora głównego, Pani prof. dr hab. Zofii Sokołowskiej i przy udziale promotora pomocniczego, Pani dr Patrycji Boguty.

Rozprawa zawiera 131 stron maszynopisu, w tym: 216 tabel i 33 rysunki. Przegląd literatury zawiera 180 pozycji (ponad 60% zagranicznych), z tego ok. 65% z ostatnich 10-15 lat, materiały konferencyjne, podręczniki, rozprawy habilitacyjne i doktorskie, raporty, poradniki metodyczne, normy branżowe oraz wytyczne, co wskazuje, że Doktorantka zapoznała się ze światową i krajową literaturą przedmiotu badań. Cytowana jest także jedna praca związana z tematyką rozprawy doktorskiej opublikowana w 2016 roku w czasopiśmie branżowym, której Doktorantka jest współautorką.

Praca koncentruje się na problematyce przywrócenia do produkcji rolniczej gleb ugorowanych przy wykorzystaniu biowęgla, jako formy zagospodarowania odpadów leśnych tj. zrębków drzewnych. Badano wpływ biowęgla otrzymanego w procesie pirolizy zrębków drzewnych w temperaturze 650°C, bez dostępu tlenu i pod ciśnieniem atmosferycznym, na właściwości fizykochemiczne gleby i kwasy humusowe, w tym kwasy huminowe. Jako obiekt badań wybrano glebę płową wytworzoną z lessu, (Haplic Luvisol, WRB) utrzymaną w ugorze czarnym i pod użytkiem zielonym w Lublinie w dzielnicy Felin.

Rozprawę doktorską podzielono na dziewięć rozdziałów, przy czym zasadniczą treść badawczą pracy przedstawiono w rozdziałach: czwartym, piątym i szóstym, z obszernym podsumowaniem w rozdziale siódmym i wnioskami w rozdziale dziewiątym. Najistotniejsze z merytorycznego punktu widzenia podrozdziały dysertacji, w rozdziale wyniki i dyskusja, to:

- Charakterystyka wyjściowego materiału badawczego (podrozdz. 5.1),
- Wpływ dodatku biowęgla na właściwości fizykochemiczne gleby (podrozdz. 5.2),
- Wpływ dodatku biowęgla na dynamikę zmian właściwości glebowych kwasów humusowych (podrozdz. 5.3).

Rozprawę opatrzono objaśnieniami najważniejszych skrótów i symboli występujących w pracy. Rozdział pierwszy stanowi krótki wstęp zawierający opis problemu i uzasadnienie podjęcia badań przydatności biowęgla do poprawy właściwości fizykochemicznych gleby ugorowanej jako istotnego czynnika przywrócenia tych gleb do produkcji rolniczej. W rozdziale 2, stanowiącym przegląd literatury, zdefiniowano gleby ugorowane oraz przedstawiono ich rolę we współczesnym krajobrazie rolniczym, ponadto scharakteryzowano glebową substancję organiczną i procesy którym podlega (mineralizacja i humifikacja) oraz właściwości i strukturę kwasów humusowych, w tym kwasów huminowych. Podrozdział 2.3 poświęcono szczegółowej charakterystyce biowęgla, w tym jego właściwościom fizykochemicznym i możliwościom wykorzystania, m.in. do zwiększenia żyzności gleb i przeciwdziałania zmianom klimatycznym poprzez sekwestrację węgla w glebie i redukcję emisji N_2O i CH_4 . Rozdział 3 zawiera cel i zakres pracy, a rozdział 4 charakterystykę materiału badawczego i warunki przeprowadzonego doświadczenia polowego. Omówiono metodykę badań, obejmującą analizy powszechnie stosowane do oceny właściwości chemicznych, fizycznych, fizykochemicznych gleb i biowęgla, właściwości fizykochemiczne i optyczne kwasów humusowych, w tym huminowych wyekstrahowanych z gleb i biowęgla oraz analizy statystyczne. Rozdział 5 zawiera szczegółowe omówienie wyników badań wraz z dyskusją uwzględniającą: (i) charakterystykę gleb: gęstość właściwa, skład granulometryczny, zawartość makroelementów, popielność, parametry powierzchniowe i biowęgla: struktura, zawartość mikro- i makroelementów, odczyn, gęstość właściwa, popielność, parametry powierzchniowe (ii) podstawowe właściwości gleby (odczyn, zawartość węgla organicznego, (iii) parametry absorpcyjne kwasów huminowych wyekstrahowanych z biowęgla, (iv) użytkowanie gleby (ugór czarny, użytek zielony), (v) dawkę biowęgla (1, 2, 3 kg/m^2), (vi) terminy pobrania prób glebowych (lipiec 2013 - listopad 2015), (vii) głębokość pobrania prób glebowych (0-20 cm, 20-40 cm). Każdy podrozdział kończy krótkie podsumowanie. Dla zobrazowania zależności pomiędzy badanymi zmiennymi wykorzystano analizę statystyczną głównych składowych (PCA) (rozd. 6). Na zakończenie pracy (rozd. 7 i 8) Doktorantka przedstawiła obszerne podsumowanie wyników badań i wnioski. Całość pracy uzupełniają: bibliografia oraz streszczenie i abstrakt w języku angielskim (na początku pracy).

Analiza i ocena rozprawy

Znaczenie podjętej tematyki badawczej

Ugorowanie gleb jest jedną z form gospodarowania w warunkach nadprodukcji żywności. W Polsce utrzymanie gleb w czarnym ugorze wynika m.in. z przestrzegania zasad dobrej kultury rolnej przy zachowaniu wymogów ochrony środowiska. Członkostwo w Unii Europejskiej wymaga m.in. uporządkowania gospodarowania zasobami glebowymi, w tym powszechnego wprowadzenia

systemowego ugorowania gruntów, które obejmuje przywracanie (rekultywację) tych gleb do produkcji rolnej. Istnieje zatem potrzeba opracowania takich metod rekultywacji gleb w czarnym ugorze, które zapewnią warunki do wznowienia produkcji roślinnej, a jednocześnie nie będą zagrażać stabilności ekosystemu, którego częścią jest środowisko glebowe.

Jedną z metod rekultywacji gleb w czarnym ugorze jest wprowadzenie egzogennej materii organicznej w postaci biowęgla, czyli karbonatu otrzymanego w procesie pirolizy różnych substratów: biomasy rolniczej, odpadów leśnych (np. zrębki drewna), osadów ściekowych, organicznej frakcji odpadów komunalnych, odpadów z przetwórstwa rolno-spożywczego, itp. Biowęgiel dzięki takim właściwościom fizykochemicznym, jak wysoka zawartość węgla organicznego w formie stabilnej i substancji mineralnych, znacznie rozwiniętej porowatości i powierzchni właściwej, może być wykorzystywany m.in.: do sekwestracji węgla w glebie; w produkcji nawozów organicznych; w remediacji gleb oraz do ograniczania zanieczyszczenia wód podziemnych i powierzchniowych. Wykorzystanie biowęgla w ochronie środowiska skutkuje m.in. poprawą właściwości gleb, np. zwiększeniem zawartości węgla w glebie i pojemności wodnej gleb, a także ograniczeniem zużycia nawozów organicznych i nieorganicznych oraz środków ochrony roślin.

Obecnie istotny problem środowiskowy stanowi m.in. ostateczne zagospodarowanie odpadów, w tym tzw. odpadów leśnych. Spośród metod zagospodarowania racjonalne wydaje się ich wykorzystanie do użyźniania i/lub rekultywacji gleb pozostających w czarnym ugorze. W ostatnich latach zwiększa się ilość odpadów wykorzystywanych przyrodniczo, w tym w rolnictwie. Autorka analizowanej rozprawy dostrzega niewykorzystany jeszcze w tym zakresie potencjał biowęgla i proponuje nowe możliwości jego wykorzystania, które mogą przyczynić się do poszerzenia dotychczasowego racjonalnego unieszkodliwiania (zagospodarowania) odpadów.

Wpływ wprowadzonego do gleby biowęgla na właściwości fizykochemiczne gleby i niektóre frakcje substancji humusowych analizowano dla gleby w czarnym ugorze i pod użytkiem zielonym. Ze względu na ogromne zróżnicowanie substratów, w tym zrębków drzewnych do produkcji biowęgla, prowadzenie prac badawczych jest bardzo żmudne i nie dające jednoznacznej odpowiedzi, ale niezwykle potrzebne aby sprostać wyzwaniom współczesnego nowoczesnego rolnictwa. Nie podlega więc dyskusji, że badania dotyczące oceny wpływu nawożenia biowęgłem na właściwości fizykochemiczne gleb, w tym substancji humusowych są w pełni uzasadnione. Recenzowana praca dotyczy istotnego i aktualnie ważnego problemu i jest związana właśnie z tego rodzaju obszarem badań i aplikacji.

Najważniejsze osiągnięcia rozprawy doktorskiej

Pragnę podkreślić, że Autorka rozprawy podjęła się trudnego zadania oceny wpływu biowęgla na dynamikę zmian właściwości fizykochemicznych gleby w czarnym ugorze i pod użytkiem zielonym oraz kwasów humusowych, uwzględniającego prześledzenie mechanizmów mogących oddziaływać na stabilizację i/lub rozkład wprowadzonej do gleby materii organicznej oraz ich czasowej zmienności w dwóch poziomach w profilu glebowym. Badania prowadzono w oparciu o doświadczenie poletkowe na ugorze czarnym i użytku zielonym. Zastosowano 3 dawki biowęgla: 1, 2, 3 kg na 1 m² gleby. Próbkę gleb pobierano 8 razy (lipiec, listopad, marzec) w latach 2013 – 2015. Zadanie to starała się zrealizować w oparciu o podstawową charakterystykę gleby i biowęgla oraz szeroki zakres badań laboratoryjnych, przedstawionych na schemacie znacznie ułatwiającym śledzenie postępowania w celu zweryfikowania przyjętej hipotezy pracy, obejmujących: (i) właściwości chemiczne, fizyczne i fizykochemiczne gleby i biowęgla, w tym: pH, gęstość właściwa,

skład granulometryczny, skład pierwiastkowy, zawartość węgla organicznego, straty prażenia, zmienny ładunek powierzchniowy, powierzchnia właściwa, porowatość, maksymalna higroskopijność (ii) właściwości fizykochemiczne kwasów humusowych wyekstrahowanych z gleb i biowęgla, w tym: zawartość węgla organicznego oraz parametry absorpcyjne. Badania oparto na doświadczeniu mikropolowym (w ciągu 3. lat) pozwalającym na ocenę wpływu biowęgla na właściwości gleby i substancji humusowych, w rzeczywistym systemie uprawy tj. ugor czarny i użytek zielony, co jest niezwykle istotne przy ewentualnej aplikacji wyników badań. Badania uzupełniono analizą warunków klimatycznych reprezentatywnych dla rejonu badań. Weryfikację hipotezy badawczej oparto na szczegółowej analizie statystycznej głównych składowych uzyskanych wyników, która pozwoliła na określenie (istotności) wpływu terminu poboru próbek glebowych oraz dawki wprowadzonego do gleby biowęgla na zróżnicowanie wybranych właściwości fizykochemicznych gleb i cech jakościowych kwasów humusowych w profilu glebowym.

Realizując tak szeroki zakres badań Autorka wykazała dobrą znajomość metod i prawidłowe wykorzystanie aparatu badawczego. W Polsce dotychczas stosunkowo rzadko podejmowano problematykę przywracania glebom utrzymywanym w czarnym ugorze funkcji produkcji biomasy rolniczej z wykorzystaniem biowęgla ze zrębków drewna i oceny wpływu na właściwości fizykochemiczne gleb, w tym właściwości powierzchniowe gleb i zmiany strukturalne substancji humusowych oraz sekwestracji glebowej materii organicznej, dlatego przedłożoną pracę należy traktować jako jedną z nielicznych w tym zakresie.

Praca zawiera udokumentowany i wartościowy materiał badawczy spełniający wymagania stawiane rozprawom doktorskim. Pod względem metodycznym nie budzi większych zastrzeżeń. Praca wnosi wkład w stan wiedzy i otwiera nowe perspektywy w obszarze racjonalnego, przyrodniczego zagospodarowania karbonatów ze zrębków drewna w rekultywacji gleb w ugorze czarnym, poprzedzonego badaniami jakościowymi materii organicznej biowęgla oraz właściwości fizykochemicznych glebowej materii organicznej i biowęgla, w szczególności powierzchni fazy stałej gleby i mechanizmów regulujących przemiany, a także humifikację materii organicznej wprowadzonej do gleby z biowęgłem.

W szczególności, w trakcie realizacji pracy doktorskiej Doktorantka:

- zaprojektowała (szczegółowy schemat badań laboratoryjnych) i zrealizowała program badawczy obejmujący wybór dawki biowęgla i terminów pobierania próbek glebowych, oznaczenie m.in.: (i) odczynu, (ii) gęstości właściwej, (iii) zawartości węgla organicznego (Corg) oraz wapnia, potasu i magnezu, (iv) składu granulometrycznego, (v) strat prażenia, (vi) zmiennego ładunku powierzchniowego, (vii) właściwości powierzchniowych gleb i biowęgla, (viii) porowatości, (ix) maksymalnej higroskopijności, (x) właściwości optycznych kwasów humusowych wyekstrahowanych z gleb i biowęgla;
- przeanalizowała i przedstawiła w sposób syntetyczny dotychczasowy stan wiedzy dotyczący realizowanej problematyki badawczej, z uwzględnieniem roli historycznej i obecnie gleb ugorowanych w produkcji rolniczej oraz szczegółowej charakterystyki biowęgla i najistotniejszych czynników determinujących wpływ karbonatów na właściwości fizykochemiczne gleb i kwasów humusowych; może to stanowić swego rodzaju vademecum wiedzy z tego zakresu;
- dokonała szczegółowej analizy statystycznej głównych składowych otrzymanych wyników badań oraz określiła zależności pomiędzy badanymi czynnikami i wybranymi parametrami jakościowymi gleb i kwasów humusowych;

- w oparciu o wyniki szczegółowych badań biowęgla, gleb, wyekstrahowanych kwasów humusowych, w tym huminowych i rzadko wykorzystywaną statystyczną analizę głównych składowych próbowała określić bezpośredni i/lub pośredni wpływ biowęgla na właściwości fizykochemiczne gleby w ugorze czarnym i pod użytkiem zielonym oraz kwasów humusowych;
- przedstawiła obszerne podsumowanie dysertacji oraz wnioski szczegółowe z przeprowadzonych badań dotyczących wpływu nawożenia gleb biowęgłem ze zrębków drewna na właściwości fizykochemiczne gleby i substancji humusowych, z uwzględnieniem wykorzystania karbonatów z odpadów leśnych w przywracaniu gleb w ugorze czarnym do produkcji rolniczej.

Uwagi krytyczne i o charakterze polemicznym

Pozytywnie oceniając pracę w całości i doceniając wysiłek Doktorantki w realizacji zakresu badań, muszę zwrócić uwagę na kilka istotnych (moim zdaniem) mankamentów recenzowanej rozprawy.

Realizując stosunkowo rzadko podejmowany w Polsce temat badania właściwości fizykochemicznych karbonatów ze zrębków drzewnych, właściwości strukturalnych i porowatości powierzchni gleby nawożonej biowęgłem oraz właściwości fizykochemicznych i strukturalnych kwasów humusowych, w tym kwasów huminowych wyekstrahowanych z gleby ugorowanej i pod użytkiem zielonym oraz biowęgla Doktorantka w miarę dobrze poradziła sobie z przedstawieniem metodyki badań i uzyskanych wyników, natomiast nie do końca z ich syntetyczną interpretacją. Poniżej przedstawiam najistotniejsze moim zdaniem uwagi krytyczne.

- Cel pracy nie uwzględnia oddziaływania biowęgla na glebę pod użytkiem zielonym, na co wskazuje tytuł dysertacji i tak powinien być określony.
- Nie wyjaśniono, w jakim celu wybrano do badań gleby pod użytkiem zielonym i na czym polegała ocena wpływu biowęgla na dynamikę zmian właściwości fizykochemicznych gleby ugorowanej i kwasów humusowych. Bez tej informacji czytelnik może odnieść wrażenie, o bezcelowości prowadzenia w tym układzie badań również na glebie pod użytkiem zielonym.
- Podrozdział 4.1 powinien być uzupełniony o informacje n.t. poletek użytku zielonego (np. gatunki roślin, zabiegi agrotechniczne). Doświadczenia prowadzone na mikropoletkach, w celu wyeliminowania czynników mogących utrudniać interpretację wyników badań powinno zakładać się, co najmniej w 3. powtórzeniach. Podrozdział 4.2.2.1 „Ekstrakcja kwasów humusowych z dodatkowym wyodrębnieniem kwasów huminowych” nie powinien być w podrozdziale 4.2.2 „Właściwości fizykochemiczne kwasów humusowych zawartych w glebie, biowęgla oraz glebie modyfikowanej biowęgłem”, a stanowić odrębny podrozdział np. 4.2.2. Ponadto, do ekstrakcji kwasów humusowych, w tym huminowych należałoby wykorzystać powszechnie stosowaną metodykę opracowaną przez Dziadowiec i Goneta (Przewodnik metodyczny do badań materii organicznej gleb, PTG, 1999) rekomendowaną przez PTSH, co znacznie ułatwiłoby interpretację wyników badań. W podrozdziale 4.2 „Metodyka badań laboratoryjnych”, w zdaniu „...natomiast na podstawie analizy zawartości węgla organicznego ilość związków organicznych wymywanych z gleby ...” konieczne jest wyjaśnienie jakie związki organiczne są wymywane z gleby?.
- W rozdziale 5. „Wyniki i dyskusja” przedstawiono fragmenty metodyki badań, co burzy nieco strukturę tego rozdziału i całej pracy. Liczba podrozdziałów wydaje się sztucznie zwiększona. Uważam że, podrozdział 5.1 "Charakterystyka materiału badawczego" powinien być przeniesiony do rozdziału 4. "Metodyka badań i materiał badawczy ". Zbędne jest podawanie

w pracy doktorskiej powszechnie znanych informacji nt. odczynu. Przy opisie odczynu gleby Doktorantka podaje: "Za glebę kwaśną uważa się glebę o pH poniżej 6,5." Należy zwrócić uwagę, że do gleb kwaśnych zaliczane są te, których pH_{H_2O} wynosi od 5,1 do 6,0. We wstępnym podsumowaniu podrozdziału „Odczyn gleby” stwierdzono, że: „Na poletku kontrolnym zaobserwowano istotnie zmiany wartości pH w terminach poboru prób, ze względu na fakt, iż odczyn gleby jest zależny od wielu czynników pochodzenia naturalnego i antropogenicznego” - takie stwierdzenie nie wymaga prowadzenia badań. Dalej, w podsumowaniu czytamy, że: „Przebieg zmian odczynu gleby zależał od rodzaju i warstwy gleby, z której zostały pobrane próby.” Z powyższego można wywnioskować, że badano co najmniej dwa rodzaje gleb, podczas gdy z opisu podanego w podrozdziale 4.1 „Materiał badawczy i warunki prowadzenia doświadczenia polowego” wynika, że wykorzystano jeden gatunek gleb, a mianowicie glebę płową wytworzoną z lessu. Ponadto, co Doktorantka rozumie pisząc: "Gleba pobrana z poletka kontrolnego użytku zielonego charakteryzowała się nieco wyższą zawartością węgla organicznego (tabela 11) niż gleba ugoru czarnego. Prawdopodobnie ma to związek ze zwiększoną zawartością materii organicznej pochodzącej z wydzielin korzeniowych roślin..."? Lektura rozdziału 5. „Wyniki i dyskusja” wymaga bardzo dużej uwagi od czytelnika, a przedstawione treści są mało precyzyjne i często niezrozumiałe, np.: "Dlatego też w warstwie gleby od 20 do 40 cm zaobserwowano istotnie wyższą zawartość węgla organicznego (rys. 6b). Ponadto, istnieje dodatnia korelacja pomiędzy wielkością dawki biowęgla, a wzrostem zawartości badanego pierwiastka..". Nasuwają się pytania: istotnie wyższą w odniesieniu do czego? oraz jaki pierwiastek Autorka miała na myśli? Dalej: "Jak wynika z analizy izoterm sorpcji pary wodnej (rys. 7) dla ugorowanej gleby kontrolnej pobranej z obu głębokości bez względu na termin pobrania próbki ilość zabsorbowanej pary wodnej była praktycznie taka sama i wynosiła około $0,02 \text{ g}\cdot\text{g}^{-1}$. Natomiast dla gleby kontrolnej ugoru zielonego pobranej w takich samych warunkach ilość zabsorbowanej pary wodnej była większa i wynosiła około $0,03 \text{ g}\cdot\text{g}^{-1}$ i $0,045 \text{ g}\cdot\text{g}^{-1}$ odpowiednio dla próbki pobranej z głębokości 0-20 cm i 20-40 cm,..." – można zrozumieć, że ugor zielony i użytek zielony to tożsame określenia, a tak oczywiście nie jest, ponadto o jakie warunki chodzi? We wstępnym podsumowaniu podrozdziału „Powierzchnia właściwa” czytamy: „Jedynie aplikacja maksymalnej dawki biowęgla ($3 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$) do gleby ugoru czarnego spowodowała wzrost wartości względnej powierzchni właściwej badanego materiału.” - o jaki materiał chodzi? Autorka podaje bardzo zawiłą i nieściśłą definicję gleby: „Gleba jest układem niejednorodnym, polidispersyjnym, wielofazowym i wieloskładnikowym.” W tym miejscu należałoby się posłużyć definicją z podręcznika Gleboznawstwo pod redakcją A. Mocka, na który zresztą w innych fragmentach pracy Doktorantka się powołuje. Interpretacja wyników jest często zawiła i zbyt ogólna np.: „Interesującym jest fakt odnotowania znacznego wzrostu badanego parametru na poletku ugoru czarnego z dodatkiem biowęgla w ilości $1 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ gleby w piątym terminie (t_5) w warstwie powierzchniowej oraz na poletku ugoru czarnego z dodatkiem biowęgla w ilości $2 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ gleby w drugim terminie (t_2) poboru prób w warstwie głębszej (rys. 12a i 12b)". Dyskusję wyników dotyczących energii adsorpcji należałoby rozszerzyć o pozycje literaturowe prezentujące wyniki badań z innych ośrodków krajowych i/lub zagranicznych. Jak Autorka rozumie „...odkładanie materii organicznej w całym zakresie porów”? Dalej: „Wilgotność gleby zależy również od położenia w profilu glebowym...” o jakie położenie (i czego) chodzi? We wstępnym podsumowaniu podrozdziału 5.2.4 czytamy: „Aplikacja maksymalnej dawki biowęgla do gleby ugoru czarnego spowodowała spadek wartości

badanego parametru w warstwie powierzchniowej” - znowu nasuwa się pytanie o jaki parametr chodzi. We wstępie podrozdziału 5.3 poświęconego dynamice zmian właściwości glebowych kwasów huminowych stwierdzono, że: „W glebach mineralnych często obserwuje się znaczny deficyt kwasów humusowych, co wskazuje na obniżenie żyzności podłoża... Spadkowi temu sprzyjają m.in.... intensywna uprawa gleby w tym samym miejscu przez wiele lat ...” - jak należy rozumieć „intensywną uprawę w tym samym miejscu przez wiele lat”? Kolejny przykład stosowania zbyt daleko idących skrótów myślowych: „W konsekwencji, obecność biowęgla w mniejszym stopniu przyczyniała się do zmian omawianej wielkości” - o jaką wielkość chodzi?. „Dodatkowo, wartość parametru $E_{2/6}$ frakcji KH pozyskanej z czystego biowęgla była stosunkowo niska...” - i o jaką czystość chodzi? „Ponadto, wartości parametru $E_{4/6}$ frakcji SH uwalnianych z gleby kontrolnej ugoru czarnego i użytku zielonego zwiększały się nieznacznie w trakcie trwania doświadczenia (tabela 21), co wskazywało na uwalnianie kwasów humusowych o niższej masie cząsteczkowej i niższym stopniu humifikacji” - niższa masa cząsteczkowa i niższy stopień humifikacji w porównaniu do czego? Dalej: „Można więc wysunąć wniosek, że wzrost wartości parametru $E_{4/6}$ frakcji SH spowodowany był syntezą kwasów fulwowych.” Jednak z treści pracy wynika, że nie ekstrahowano kwasów fulwowych. „W przypadku frakcji KH użytku zielonego obserwowany już od drugiego terminu (t_2) spadek wartości omawianego parametru wskazuje na progres humifikacji już istniejących kwasów huminowych ewentualnie/i na udział silnie zhumifikowanej frakcji KH biowęgla (tabela 8).” Jak należy rozumieć „już istniejące kwasy huminowe”? Dalej: „... postępującą dekompozycją żywych komórek, lignin i chinonów, ...” - o jaką dekompozycję żywych komórek tutaj chodzi? Cytat ze Wstępnego podsumowania podrozdziału 5.3.1 „Spadek stopnia humifikacji frakcji SH gleby użytku zielonego utrzymywał się dłużej w stosunku do frakcji KH, co prawdopodobnie było wynikiem wprowadzenia do gleby słabo zhumifikowanych związków organicznych pochodzących, zarówno z biomasy roślinnej, jak i z biowęgla, izolowanych we frakcji SH.” Czy Autorka pisząc „izolowanych we frakcji SH” miała na myśli kwasy huminowe? „Wraz ze wzrostem dawki biowęgla aplikowanego do gleby ugoru czarnego i użytku zielonego, obserwowano wzrost zawartości Corg w ekstrakcie SH w stosunku do wartości kontrolnych” - o jakie wartości kontrolne chodzi?.

- W rozdziale 7. „Podsumowanie” Doktorantka również nie ustrzegła się nieściłości. „Analizowany biowęgiel cechował się zasadowym odczynem - powyżej 8 jednostek $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ i powyżej 7 jednostek $\text{pH}_{\text{CaCl}_2}$ oraz gęstością właściwą równą $1,46 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$, typową dla materiałów organicznych” - o jakie materiały organiczne chodzi? Dalej: „Dawka biowęgla wpływała w znaczący sposób na wartości pH gleby ...” - jak należy interpretować sformułowanie: „znaczący sposób”? Ponadto, jak należy rozumieć stwierdzenie: „... substancja organiczna pochodząca z biowęgla może być efektywnym źródłem substancji humusowych w glebie ugorowanej”?
- Wnioski powinny być szczegółowe, krótkie i sformułowane precyzyjnie, tym bardziej jeżeli poprzedzone są szczegółowym podsumowaniem. We wniosku 1. powinny być podane konkretne dane, a we wniosku 2. sformułowanie „głębokość gleby” może być różnie interpretowane. Wniosek 6. jest sformułowany w taki sposób, że jego interpretacja może być problematyczna.

Podsumowując tę część recenzji, pewne zastrzeżenia może budzić interpretacja wyników pod kątem ich praktycznego wykorzystania, a niektóre wnioski są raczej omówieniem wyników badań.

Praca nie do końca napisana jest poprawnym językiem i przed opublikowaniem jej fragmentów będzie wymagała przeredagowania. Należałoby zwrócić uwagę na uchybienia językowe oraz potknięcia stylistyczne i redakcyjne. Niektóre przykłady błędów stylistycznych, skrótów myślowych przy komentowaniu wyników i podsumowaniu zamieszczam poniżej, nie oczekując odniesienia się do nich podczas publicznej obrony pracy. Należałoby zwłaszcza zwrócić uwagę na terminologię związaną z podjętym problemem badawczym. Poniżej zamieściłam wybrane przykłady.

- Należy przeredagować tytuł podrozdziału 5.3.2 „Zawartość węgla organicznego w ekstraktach kwasów humusowych i huminowych uwolnionych z gleby oraz gleby modyfikowanej biowęgłem”
- Termin "doświadczenie" nie odnosi się do analiz (badań) laboratoryjnych, natomiast do prowadzenia eksperymentu.
- Doktorantka używa terminu natywne (naturalne) kwasy huminowe, co sugeruje, że występują nienaturalne kwasy huminowe w środowisku glebowym.
- Terminu "aplikacja" nie używa się w przypadku zabiegów agrotechnicznych, do których niewątpliwie zalicza się wykorzystanie biowęgla do nawożenia (użyźniania) gleb; należałoby raczej używać określenia „nawożenie”; ponadto zamiast „gleba modyfikowana biowęgłem” stosować „gleba nawożona biowęgłem”.
- „Wysuszoną próbkę o masie 2 g wygrzewano w piecu muflowym w temperaturze 550°C,…” - w tak wysokiej temperaturze należy mówić o prażeniu.
- Termin "zasadowy" stosuje się dla odczynu, w przypadku "pH" podaje się konkretne wartości.
- W badaniach nad substancjami humusowymi zamiast "uzyskiwanie" kwasów huminowych należałoby używać określenia "ekstrakcja", które daje wstępną informację nt. metodyki badań.
- W przypadku ilości biomasy odpowiednim jest termin "dawka" a nie „porcja”.
- Co Doktorantka miała na myśli używając sformułowania „ekstrakt frakcji KH i SH”? W badaniach nad związkami próchnicznymi używa się pojęć: kwasy huminowe, kwasy humusowe.
- Wydaje się, że Doktorantka myli pojęcia: "materia organiczna", "substancja organiczna" oraz "substancje humusowe" używając ich wymiennie. Materia organiczna definiowana jest jako obumarłe szczątki roślin i zwierząt oraz biomasę drobnoustrojów, substancje wydzielane przez żywe organizmy, zaś substancje organiczne (substancje humusowe) to substancje próchniczne, w tym kwasy huminowe, kwasy fulwowe i huminy (np.: Gonet, 2007; Skłodowski (red), 2014).

Poniżej przedstawiam przykłady innych znalezionych błędów, uchybień językowych oraz potknięcia stylistyczne i redakcyjne.

- Błędy stylistyczne, skróty myślowe w przeglądzie literatury przedmiotu oraz przy komentowaniu wyników i w podsumowaniu: "... do opisu charakterystyki..."; "...utrzymywania gleby ugoru czarnego bez okrywy roślinnej " - inaczej nie byłby to czarny ugor.
- Kolokwializmy, które mogą prowadzić do nieporozumień, np.: " Fakt ten wskazuje na długofalowe działanie biowęgla w glebie.." Co to znaczy: „długofalowe działanie”?; W moim odczuciu, niektóre z ww. przykładów mogą wynikać z niefortunnego tłumaczenia literatury anglojęzycznej.
- Brak konsekwencji i powtórzenia nawet kilkakrotnie na jednej stronie, np. w przedstawianiu skrótów np. całkowita objętość porów i V_c (str. 83, 88); lub używanie skrótów np. „BET”, „S”, których wcześniej nie wyjaśniono (wprowadzono) (str. 60);
- Brak odniesienia do 3. (129, 152, 159) pozycji literatury ze spisu bibliograficznego, 2. (109 i 138) pozycje są powtórzone, zaś 1 pozycja w spisie bibliograficznym nie ma daty opublikowania.

Ponadto pisząc „W literaturze można odnaleźć” (str. 20) oraz „W literaturze szeroko rozumiany jest” (str. 20) należałoby wskazać te pozycje.

Praca nie jest do końca dobrze przygotowana edycyjnie, o czym świadczą także liczne „literówki” oraz brak objaśnień skrótów w tytułach tabel: 19 – 26 i rysunków: 24 - 31. Należy ujednolicić sposób cytowania literatury.

Kilka innych wątpliwości i kwestii do dyskusji dotyczących rozprawy przedstawiam poniżej, licząc na ustosunkowanie się do nich Doktorantki podczas publicznej obrony.

1. Z lektury dysertacji trudno ocenić rzeczywisty wkład Doktorantki w rozwiązanie problemu badawczego. Zatem, proszę o sprecyzowanie oryginalnego wkładu badawczego w przedstawionej rozprawie doktorskiej. Jaki jest rzeczywisty wkład Autorki w wykonywany zakres prac?
2. Proszę o wyjaśnienie następujących sformułowań/pojęć stosowanych przez Doktorantkę w pracy: "naturalna materia organiczna"; "ekstrakt kwasów humusowych i fulwowych"; „frakcja SH i KH”.
3. Doktorantka realizując podjęty problem badawczy wskazuje na kluczowe czynniki decydujące o tempie i skali wpływu nawożenia biowęgłem na właściwości fizykochemiczne gleby i kwasów humusowych, wśród których wymienia przemiany materii organicznej. Proszę omówić przemiany materii organicznej w środowisku glebowym i wyjaśnić, na czym polegała stabilność w środowisku substancji organicznej pochodzącej z biowęgla oraz jak należy rozumieć „efektywne źródło substancji humusowych w glebie ugorowanej”. Co Doktorantka rozumie pod pojęciem "ugór" oraz „odłóg”? Szczegółowe zdefiniowanie gleb ugorowanych, odłogowanych i użytków zielonych jest w mojej ocenie kluczowe do właściwej interpretacji otrzymanych wyników badań.

Podsumowanie recenzji

Wybór tematyki pracy doktorskiej uznaję za trafny, zarówno ze względów poznawczych jak i aplikacyjnych. W pracy wykorzystano szeroki i dobrze dobrany warsztat badawczy, przedstawiono właściwą ilustrację uzyskanych wyników oraz na ogół poprawną ich interpretację. Doktorantka wykazała umiejętność samodzielnej organizacji i realizacji badań. Przegląd literatury przedmiotu, opanowanie techniki badawczej z zakresu właściwości fizykochemicznych gleb, kwasów humusowych, w tym kwasów huminowych i biowęgla ze zrębków drewna wskazują na dobre przygotowanie Doktorantki do pracy naukowej.

Dlatego stwierdzam, że mimo przedstawionych uchybień i uwag po części o charakterze polemicznym rozprawa doktorska mgr Marty Cybulak dzięki dużej wartości aplikacyjnej oraz poznawczej, stanowi wkład w rozwój dziedziny nauk rolniczych i dyscypliny agronomii oraz spełnia wymagania ustawowe stawiane rozprawom doktorskim, w rozumieniu Ustawy z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki określone w art. 13 ustawy (tekst jedn. Dz.U. z 2016r. poz. 882 z późn. zm.). W związku z powyższym wnioskuję o jej przyjęcie przez Radę Naukową Instytutu Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego PAN oraz dopuszczenie do publicznej obrony.

