

Prof. dr hab. Piotr Stypiński

Katedra Agronomii

Wydział Rolnictwa Biologii

SGGW w Warszawie

Recenzja pracy doktorskiej Pani mgr inż. Dominiki Juszkowskiej pt. „Zmiany zawartości azotu mineralnego w glebach użytków zielonych w zależności od temperatury powietrza i opadów atmosferycznych”

Recenzja pracy doktorskiej Pani **mgr inż. Dominiki Juszkowskiej** została wykonana zgodnie z uchwałą Rady Naukowej z dnia 4.04 2019 r Nr 834/2019 i umową nr RN.73/2019 z dnia 5.listopada 2019.

Praca doktorska została napisana w języku polskim, liczy ogółem 104 strony, w tym 89 stron właściwego tekstu. Praca podzielona jest na dziewięć głównych rozdziałów (wstęp i cel pracy, przegląd literatury, hipoteza, metodyka badań, charakterystyka trwałych użytków zielonych w Polsce, wyniki, dyskusja wyników badań, podsumowanie i wnioski, i spis literatury). Oceniana rozprawa kończy się siedmioma wnioskami, następnie Autorka przedstawia liczący 118 pozycji spis literatury. Układ i struktura pracy są zgodne z ogólnie przyjętymi zasadami pisania prac naukowych, ale może szkoda, że Autorka zamieściła oddzielny rozdział dotyczący charakterystyki trwałych użytków zielonych, który jest właściwie elementem przeglądu literatury, podkreślić należy natomiast fakt podania na początku pracy hipotezy badawczej. Na zakończenie pracy Doktorantka podaje wykaz rysunków, tabel i dwa obszerne załączniki zawierające wykaz i współrzędne geograficzne punktów monitoringu gleb łąkowych oraz wykaz stacji meteorologicznych z których uzyskano dane pogodowe.

Wstęp i cel pracy.

Wstęp i cel pracy liczy 2,5 strony, jest według mnie trochę za długi, nie ma potrzeby we wstępie podawać aż tyle odniesień do literatury i przytaczać jeszcze raz tytuł pracy (str. 7), sztucznie brzmi także nawiązanie we wstępie do ochrony wód, gdyż Autorka nie zajmuje się tym zagadnieniem bezpośrednio, a jedynie sugeruje w dyskusji, że istnieje związek między mineralizacją organicznych związków azotu w glebach i wymywaniem formy azotanowej do wód gruntowych i powierzchniowych. Słusznie natomiast we wstępie zwraca się uwagę na

problem globalnego ocieplenia klimatu i powiązanie tego zjawiska z cyklem azotu w środowisku glebowym i można się zgodzić z Autorką, że poznanie reakcji zachodzących między temperaturą powietrza i wielkością opadów atmosferycznych, a ilością mineralnych form azotu w glebach użytków zielonych jest zagadnieniem ważnym ze względów zarówno naukowych jak i praktycznych.

Przegląd literatury

Przeglądem literatury liczy ogółem 11 stron i niestety napisany jest trochę chaotycznie, szkoda, że nie został on podzielony na podrozdziały i że Autorka przyjęła koncepcję omawiania (często bardzo drobiazgowego wchodząc w szczegóły metodyczne) prowadzonych badań w różnych ośrodkach badawczych w Europie i na świecie. Warunki w tych ośrodkach są skrajnie różne i brakuje próby syntezy i odpowiedzi na pytanie co naprawdę wynika z tych badań i co można z nich przenieść do warunków polskich. Cytowane przez Autorkę źródła wskazują również na fakt, że różni autorzy w różnych warunkach dochodzili do odmiennych, często sprzecznych wniosków np. na stronie 16 znajdujemy informację, że cyt. „ocieplenie klimatu nie ma zauważalnego wpływu na tempo mineralizacji związków azotu „, i dalej na tej samej stronie cyt „uzyskane wyniki jednoznacznie dowiodły zmniejszaniu się zawartości dostępnych dla roślinności form N wraz ze wzrostem temperatury powietrza” .Powoływanie się na tak różne prace mogłoby być dużą zaletą przeglądu literatury gdyby Doktorantka nawiązała do nich w dyskusji i próbowała wyjaśniać skąd takie rozbieżności w literaturze.

W przeglądzie literatury Autorka wykorzystała łącznie kilkadziesiąt pozycji. Wykorzystana w pracy literatura jest na ogół dobrze dobrana, dominują opracowania zagraniczne (prawie 50 % to prace napisane w języku angielskim), ale mam wątpliwości czy prace dotyczące Chin, Mongolii, Australii, Kanady czy USA (choć niewątpliwie ciekawe) mogą mieć bezpośrednie odniesienie do warunków polskich czy europejskich. W przeglądzie literatury brakuje mi także odniesień do niektórych badań polskich prowadzonych nad obiegiem azotu w glebach trwałych użytków zielonych, a zwłaszcza na glebach torfowo-murszowych i torfowych.

Materiał i metody

Opracowanie poprawnej metodyki jest podstawą rzetelności prowadzonych badań i decyduje o przebiegu doświadczeń, ich wynikach i wnioskach końcowych W przypadku recenzowanej

pracy Doktorantka stanęła przed bardzo trudnym zadaniem uporządkowania olbrzymiego materiału gromadzonego przez okres ponad 10 lat w ramach monitoringu środowiskowego przez Krajową Stację Chemiczno-Rolniczą i Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach. Dane z ponad 1000 punktów monitoringowych dotyczące zawartości azotu azotanowego i amonowego w różnych glebach mineralnych i organicznych użytków zielonych to olbrzymi materiał badawczy, który rzeczywiście wymaga dokonania syntezy zgromadzonych wyników, co jest możliwe tylko dzięki olbrzymiej pracy, wiedzy i zastosowaniu nowoczesnych metod obliczeniowych i statystycznych. Autorka bardzo dobrze wywiązała się z tego zadania, a o skali trudności świadczy fakt wykorzystania danych z 322 punktów pomiarowych przez 10 kolejnych lat, co przy uwzględnieniu dwóch terminów pobierania próbek gleby w każdym roku (okres wiosenny i jesienny) i oznaczeń dwóch form azotu mineralnego (azotanowy i amonowy) daje około 13 tys. wyników, które należało uporządkować, zweryfikować, podzielić na grupy w zależności od rodzaju gleb i policzyć metodami statystycznymi, a dodatkowo cel i hipoteza naukowa pracy wymagały odniesienia uzyskanych wyników do warunków meteorologicznych i uwzględnienia zmienności w każdym roku i między latami. Ten zakres pracy jest być może za duży na jedną pracę doktorską, podziwiam ambicje i pracowitość doktorantki ale jednocześnie widać, że olbrzymia liczba danych powodowała, że Autorka miała trudności z przeprowadzeniem syntezy i właściwym wnioskowaniem.

Pobieranie w punktach monitoringu próbek gleby w trzech poziomach (0-30 cm, 30-60 i 60-90 cm) i oznaczanie w tych próbkach azotu azotanowego i amonowego przy pomocy metody kolorymetrii przepływowej jest zgodne z Polskimi Normami Branżowymi i nie budzi zastrzeżeń odnośnie poprawności przyjętych metod badawczych. Warto podkreślić stosunkowo nowatorskie obliczanie zasobów z w glebach łąkowych, zastosowano tu wcześniej opracowane wzory (Fotyma i inni, Pietrzak) ale chyba po raz pierwszy w polskiej literaturze dokonano na taką skalę obliczeń zasobów azotu (jest to oczywiście szacunek i do tych wyników należy podchodzić z dużą ostrożnością) i jest to na pewno duże osiągnięcie badawcze, szkoda tylko, że chyba nie do końca wykorzystane przez Autorkę w dyskusji i w końcowych wnioskach płynących z pracy. Pewne wątpliwości budzi też kryterium wyboru punktów monitoringowych do niniejszego opracowania. Z ponad 1000 punktów wybrano 322; oczywiste jest, że nie dało się opracować wszystkich punktów, ale oczekuję, że Doktoranta wyjaśni w trakcie obrony dlaczego wybrała do badań właśnie te punkty. Ze względu na położenie trwałych użytków zielonych głównie na glebach organicznych

uważam, że proporcjonalnie było zbyt mało punktów dotyczących gleb organicznych (tylko około 20 %).

Analiza danych meteorologicznych na terenie objętych badaniami została przeprowadzona w oparciu o zmodyfikowaną metodę Sheparda, przyjęta metoda jak również sposób uporządkowania i zestawienia wyników badań wydaje się prawidłowy, zastrzeżenia można mieć jedynie to jednolitego potraktowania gleb organicznych, co nie uwzględnia podziału tych gleb w zależności od pochodzenia, uwilgotnienia i stopnia zmurszenia co może być (i prawdopodobnie jest) decydującym czynnikiem wpływającym na gospodarkę azotu w tych glebach. Nie mam natomiast zastrzeżeń do zastosowanych w pracy metod statystycznych, które są kompleksowe, nowoczesne i pozwalają również na zastosowanie regresji liniowej oraz regresji wielorakiej metodą najmniejszych kwadratów.

Zdecydowanie brakuje natomiast w pracy informacji o sposobie użytkowania TUZ w sąsiedztwie przyjętych do badań punktów pomiarowych (użytkowanie kośne czy pastwiskowe, jednokośne czy wielokośne) oraz informacji o wielkości nawożenia azotem. Nawożenie azotem (w formie mineralnej i organicznej), a także ilość azotu wprowadzanych w odchodach zwierząt np. na pastwiskach to jeden z kluczowych elementów gospodarki azotem na glebach łąkowych i bez zbadania tego czynnika trudno odnieść się do zmian zawartości azotu mineralnego w długotrwałym przedziale czasowym. Zdaję sobie sprawę, że zgodnie z celem i tytułem pracy Autorce chodziło przede wszystkim o powiązania zawartości azotu w glebach z warunkami meteorologicznymi ale zarówno w przeglądzie literatury jak i później w dyskusji powinno się znaleźć nawiązanie do stosowanego nawożenia i użytkowania.

W recenzji pominę cały rozdział 5 ocenianej pracy (Charakterystyka trwałych użytków zielonych w Polsce) gdyż jest to, zresztą poprawnie wykonany przegląd dostępnych danych statystycznych, brakuje jednak powiązania np. plonów z łąk i pastwisk z danymi klimatycznymi czy odniesienia do tzw. plonów potencjalnych, możliwych do uzyskania w różnych warunkach siedliskowych na różnych typach użytków zielonych. Tak jak wcześniej zaznaczyłem, rozdział ten (oczywiście po pewnym przeredagowaniu) powinien być zamieszczony w przeglądzie literatury, a do niektórych danych w nim zamieszczonych można nawiązać w dyskusji i podsumowaniu wyników.

Wyniki badań

Rozdział wyniki badań liczy 17 stron tekstu i tabel i podzielony jest na 3 podrozdziały. Rozdział ten czyta się dosyć ciężko bo Autorka zdecydowała się na przedstawienie

uzyskanych danych w dosyć skomplikowanych tabelach. Dla celów dokumentacyjnych jest to oczywiście konieczne ale można było chyba przenieść część tych tabel do załączników, a w tym rozdziale pokusić się na bardziej syntetyczne ujęcie tzn. pokazanie średnich, tendencji i trendów statystycznych itp. Najważniejsza, pierwsza część tego rozdziału dotycząca zawartości azotu mineralnego w glebach użytków zielonych przedstawiona została na 1,5 strony tekstu i w postaci 3 bardzo rozbudowanych tabel. Część ta kończy się na stronie 41 dość oczywistym zdaniem podsumowującym, że cyt. „ dynamika zmian azotu w wierzchniej 230 cm warstwie gleby była największa w porównaniu do warstw 30-60 i 60 -90” Biorąc pod uwagę dotychczasową wiedzę na temat obiegu azotu w glebach łąkowych można się było tego spodziewać, a Doktorantka powinna tylko stwierdzić, że było to zgodne z oczekiwaniami i że fakt ten potwierdza jedynie wysoką ruchliwość i dynamikę azotu w wierzchniej warstwie gleb. Znacznie ciekawszy jest wynik dotyczący porównania średniej zawartości azotu mineralnego i ($N-NO_3 + N-NH_4$) w okresie wiosennym i jesiennym (chociaż też oczekiwał bym większych różnic na korzyść terminu jesiennego). Ciekawym wynikiem jest też przewaga formy amonowej nad azotanową w glebach organicznych, co dowodziłoby przewagi procesu denitryfikacji nad nitryfikacją w tych glebach. Najbardziej istotne dla celu pracy byłoby prześledzenie zmian średniej zawartości azotu azotanowego i amonowego na przestrzeni 10 letniego cyklu badawczego. Dane te są zwarte w tabeli 14 i 15 ale trzeba te tabele dokładnie analizować, a zmiany w latach nie wydają się zbyt duże (tzn. są wyraźne różnice między latami ale brak wyraźnego trendu za cały okres badań) może warto by taką dynamikę przedstawić na średnich przy pomocy wykresów. Wyniki przedstawione w tabelach 13-16 wydają się być miarodajne, co świadczy o poprawności pobierania próbek i wykonanych analiz chemicznych, moją uwagę zwróciła jednak zawartość azotu azotanowego w roku 2015 na glebach organicznych w terminie jesiennym (35,22 mg N/kg -str 48) co kilkakrotnie przewyższa parametry oznaczane również na glebach organicznych w innych latach.

Za najciekawszy fragment części wynikowej uważam dane przedstawione w podrozdziale 6.2 „ Zasoby azotu mineralnego w glebach użytków zielonych „ .Wyraźnie wyższe zasoby azotu mineralnego na glebach organicznych nie budzą wątpliwości, natomiast zwraca uwagę duża zmienność pomiędzy latami na glebach lekkich i bardzo lekkich. W próbkach pobieranych jesienią często zasobność azotu na tych glebach jest wyższa niż wiosną, świadczy to być może o mniejszym wypłukiwaniu form azotowych na glebach lekkich ale być może zależy to również od stosowanego na użytkach zielonych nawożenia, czego niestety nie jesteśmy w stanie sprawdzić. Nie bardzo rozumiem dlaczego przy obliczaniu zasobności brano pod

uwagę ogółem 299 próbek gleby a przy wyliczaniu innych parametrów (np tab. 16) 322
Zwraca uwagę również fakt, że prawie zawsze zasobność azotu na glebach ciężkich była
niższa niż na innych rodzajach gleb (i to w obu okresach badawczych jesienią i wiosną) co
wymaga skomentowania i próby wyjaśnienia tego zjawiska.

W tytule pracy i w celu badań zwraca się uwagę na zmiany zawartości azotu w okresie
prowadzenia badań. Szkoda, że Autorka nie przedstawiła tych zmian i ich dynamiki w formie
graficznej ale analiza danych zawartych w tabeli 18 nie do końca zgadza z wnioskiem nr 2 ,że
cyt. „W badanym przedziale lat stan ilościowy dwóch mineralnych form azotu- azotanowego i
amonowego zarówno w sezonie wiosennym jak i jesiennym wykazywał tendencję rosnącą.”
Analiza wyników średnich ze wszystkich badanych próbek gleb wykazuje raczej stabilizację,
co szczególnie widać w terminie jesiennym.

Warunki atmosferyczne przedstawione w tabelach 19 i 20 wskazują, że w okresie 10-letnich
badań (2007-2017) średnie temperatury powietrza (zwłaszcza w półroczu letnim) nie
wykazywały większych zmian, natomiast znaczne większe różnice były w rozkładzie i ilości
opadów atmosferycznych, notowano bowiem lata bardzo suche i mokre, co oczywiście
musiało przełożyć się na cykl przemian azotu w glebach łąkowych. Może szkoda, że
Doktoranta nie zastosowała syntetycznego wskaźnika klimatycznego np. można byłoby
temperatury i opady wyrazić jednym bardziej ogólnym miernikiem np. współczynnikiem
Sielianinowa lub Vinczeffego albo porównać uzyskane wyniki w punktach monitoringowych
ze średnią z wielolecia.

Dyskusja wyników badań

Rozdział 7 w którym przedstawiono dyskusję uzyskanych w okresie badań wyników liczy 21
stron, jest generalnie dobrze napisany, a w opracowaniu i interpretacji wyników Autorka
wykorzystała w dużej mierze współczesne metody statystyczne. Nie zawsze ułatwia to jednak
śledzenie tekstu, niektóre tabele statystyczne np. tabele 30 i 31 zawierają bardzo dużo danych
zarówno istotnych jak i nie istotnych statystyczne, a ich omawianie w tekście jest czasami
dość zawiłe (przykładem jest str, 71 akapit II gdzie jeno zdanie wielokrotnie złożone zajmuje
pół strony tekstu i nie wiem czy czytelnik jest w stanie zrozumieć jego sens).

Analiza zgromadzonych danych meteorologicznych (temperatury powietrza i opady)
potwierdza stopniowe, dość łagodne ocieplenie się klimatu w Polsce, chociaż Autorka
przyznaje, że zmiany te nie miały charakteru ciągłego i z pewnymi wyjątkami nie były istotne
statystycznie. Bardzo interesujące nawiązanie do badań prowadzonych przez IMGW od 1951
przebiegu temperatury powietrza i opadów atmosferycznych w okresie 70 lat wskazuje, że w

przypadku temperatur w wieloleciu obserwujemy trend rosnący, a w przypadku opadów tendencję spadkową w porze letniej i wzrostową w porze zimowej ale różnice najczęściej są nieistotne statystycznie. Zwracam uwagę na materiał zamieszczony w tabelach 24 i 25. Autorka uczciwie podaje, że nie udało się Jej potwierdzić wyraźnych, statystycznie istotnych trendów zmian azotu azotanowego i amonowego w glebach łąkowych na przestrzeni 10 lat badań. Można mówić o pewnych trendach ale większość współczynników determinacji jest nieistotna statystycznie, interesującym wyjątkiem jest zagadnienie zawartości N-NH₄ w wierzchniej warstwie gleby, która obniża się w okresie prowadzonych badań. Upoważnia to do postawienia Doktorantce kluczowego pytania czy według niej w wierzchniej warstwie gleb łąkowych przeważa proces nityfikacji czy denityfikacji i od czego to może zależeć. Rysunek 13, który miał być prawdopodobnie syntetycznym opracowaniem wszystkich wyników jest mało czytelny ze względu na zbyt dużą liczbę danych, Myślę, że można było oddzielnie potraktować dwa terminy pobierania próbek (wiosna i jesień) oraz przedstawić na osi czasowej oddzielnie dynamikę zawartości azotu azotanowego i amonowego. Interesujący fragment dyskusji znajduje się na stronie 69, Autorka próbuje w tym miejscu powiązać swoje wyniki z monitoringiem zanieczyszczenia wód gruntowych prowadzonych przez KZGW i zwraca uwagę na problem zanieczyszczenia wód azotanami. Doktorantka powołuje się tu na publikacje Pondela oraz Powlsona i Daviesa ale obu tych prac nie zamieściła niestety w spisie literatury, co jest drobnym ale dość ważnym błędem redakcyjnym. Przekonywujące dane znajdujemy w tabeli 32, zaprezentowane korelacje między średnią temperatura powietrza i sumą opadów w okresie 2007 a 2017 a zawartością form azotu wyraźnie wskazują na dominujący wpływ opadów atmosferycznych na różnice w zawartości azotu mineralnego (choć zależy to oczywiście również od rodzaju badanych gleb), co jest wnioskiem logicznym i rzeczywiście udowodnionym przez Doktorantkę w trakcie Jej badań. W zakończeniu dyskusji wyników Autorka dosyć krytycznie odnosi się do możliwości porównywania uzyskanych wyników z niektórymi danymi z literatury. Zgadzam się z Nią całkowicie i potwierdza to moją wcześniejszą uwagę związaną z przeglądem literatury, że ryzykowne jest odnoszenie polskich badań monitoringowych do badań prowadzonych w makroskali przez badaczy np. chińskich czy amerykańskich.

Podsumowanie i wnioski

Praca kończy się 7 wnioskami, które są logiczne i na ogół zgodne z wynikami badań. Dyskusyjny jest wniosek 2 (choć oczywiście wynika z badań) ale wydaje się to trochę dziwne, że na przestrzeni 10 lat obserwujemy tendencję wzrostową (choć z reguły nieistotną

lub mało istotną statystycznie) obu badanych form azotu i łącznie azotu mineralnego zawartego w glebach. Może to sugerować, że opinie o dużych stratach azotu na glebach łąkowych wywoływanych mineralizacją i przesuszeniem tych gleb oraz wymywaniem azotu w formie azotanowej są przesadzone, a stan azotu w glebach jest w miarę stabilny, a nawet wykazuje powolny wzrost. Jest to oczywiście możliwe ale wymaga skomentowania i szukania sposobów wyjaśnienia tego zjawiska. Należy się zastanowić czy wnioski nr 6 i 7 rzeczywiście wynikają z badań, według mnie są raczej próbą dyskusji i ewentualnie wskazują na konieczność innych kompleksowych badań w przyszłości uwzględniających nie tylko zmiany w zawartości azotu mineralnego w glebach ale także zmiany powodowane mineralizacją, wymywaniem, ogólnie rozumianą degradacją gleb i siedlisk łąkowych czy wreszcie zmianami klimatycznymi.

Uwagi redakcyjne i formalne

Praca jest dobrze napisana, Autorka ma jednak tendencje do stosowania bardzo długich, zawiłych zdań utrudniających zrozumienie tekstu. Najbardziej jaskrawym przykładem jest wspomniane wcześniej zdanie na stronie 71 ale takie skomplikowane zdania możemy znaleźć także w innych miejscach. Praca jest starannie przygotowana pod względem redakcyjnym (numery tabel, wykresów, podpisy rysunków, odnośniki) zdarzają się oczywiście drobne błędy (np. cytowanie w tekście kilku prac, których Autorka nie zamieściła w spisie literatury) i usterki językowe (np. na stronie 30 zakwaszenie zamiast zakiszanie) ale na pewno nie obniżają one wartości merytorycznej ocenianej pracy i nie wpływają na jej końcową ocenę.

Podsumowanie i wnioski końcowe

Praca potwierdza, że Autorka podjęła się ambitnego i trudnego zadania. Dokonanie syntezy tak olbrzymiego materiału pochodzącego z 322 punktów monitoringowych w ciągu 10 lat jest chyba pierwszą znaną mi próbą wykorzystania i uporządkowania danych zgromadzonych w ramach monitoringu środowiskowego. Dodatkowo Pani mgr Juskowska próbowała połączyć uzyskane wyniki z przebiegiem warunków meteorologicznych w okresie badanego przedziału czasowego. Doktorantka uzyskała ciekawy materiał wynikowy, z którego interpretacją miała jednak trochę trudności, zwłaszcza, że zastosowanie metod statystycznych nie zawsze jej w tym pomogło. Niektóre błędy i swoje uwagi (często o charakterze dyskusyjnym) naniosłem bezpośrednio w tekście, mam nadzieję, że okażą się pomocne przy ewentualnym publikowaniu niektórych wyników w periodykach naukowych do czego Doktorantkę gorąco namawiam. Praca wpisuje się w tak ważny nurt badań

środowiskowych, jej wykonanie wiązało się na pewno z bardzo dużym nakładem pracy, wymagało wiedzy, cierpliwości, poznania różnych metod laboratoryjnych, statystycznych i z tego trudnego zadania Doktorantka wywiązała się co najmniej dobrze.

Reasumując uważam, że oceniana praca Pani mgr inż. **Dominiki Juszowskiej** spełnia warunki stawiane rozprawom doktorskim i wnioskuję o dopuszczenie Autorki do publicznej obrony w Instytucie Technologiczno-Przyrodniczym w Falentach zgodnie z przepisami ustawy o tytule i stopniach naukowych.

Prof. dr hab. Piotr Stypiński

Katedra Agronomii SGGW w Warszawie

Warszawa 5.01.2020