

prof. dr hab. Beata Rutkowska  
Zakład Chemii Rolniczej  
Katedra Nauk o Środowisku Glebowym  
Wydział Rolnictwa i Biologii  
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Recenzja rozprawy doktorskiej  
mgr Joanny Elżbiety Burkackiej-Jurgiel

**„Wpływ zróżnicowanego nawożenia na równowagę jonową gleby  
i roślinności użytków zielonych w świetle trwałego doświadczenia  
nawozowego”**

wykonanej w Szkole Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie  
na Wydziale Rolnictwa i Biologii

***Ocena problematyki rozprawy***

Trwałe użytki zielone (TUZ) zajmują szczególne miejsce w rolnictwie i obszarach wiejskich. W Polsce stanowią one około 19,7% UR (3,2 mln ha, w tym 2,5 mln ha łąk i 0,7 mln ha pastwisk). Jednak ich powierzchnia ciągle się zmniejsza, a przede wszystkim zmniejsza się powierzchnia pastwisk.

TUZ są źródłem naturalnych, wartościowych pasz, bogatych w białko, karoten, witaminy, mikroelementy i inne substancje sprzyjające przetwarzaniu pasz objętościowych na mleko i inne produkty pochodzenia zwierzęcego. Gospodarstwa z przewagą, czy nawet tylko dużym udziałem użytków zielonych, są predystynowane do rozwoju produkcji o podwyższonych walorach biologicznych. Biomasa z użytków zielonych może być też źródłem energii odnawialnej, zwłaszcza z użytków obecnie słabo obecnie eksploatowanych lub zaniebanych.

Zmniejszenie powierzchni i stopnia wykorzystania TUZ powoduje szkody, zarówno przyrodnicze, takie jak degradacja gleb i roślinności oraz upośledzenie pełnienia funkcji przyrodniczych, jak i straty ekonomiczne w wyniku zaprzepaszczenia potencjału produkcyjnego łąk i pastwisk.

TUZ są najbardziej przyjaznym środowisku sposobem rolniczego wykorzystania ziemi. Oprócz podstawowej funkcji produkcyjnej czyli dostarczaniu pasz objętościowych, a także biomasy na energię – pełnią wielorakie funkcje przyrodnicze, tzw. produkcyjne usługi agroekosystemu.

TUZ są jedyną „uprawą” łączącą cele produkcyjne i środowiskowe, aby jednak mogły te cele spełniać, muszą być odpowiednio pielęgnowane i chronione.

Najważniejszymi zabiegami utrzymującymi runi w dobrym stanie, jest systematyczne ich użytkowanie i nawożenie. Trzeba jednak pamiętać, że zbyt intensywne użytkowanie może stwarzać zagrożenie dla środowiska poprzez np. zmniejszenie bioróżnorodności, zakwaszenie gleby, wypłukiwanie azotanów, emisję szkodliwych gazów do atmosfery (metanu, tlenków azotu, amoniaku), uszkodzenie runi przez nadmierny wypas, itp. Groźne może być też zbyt ekstensywne użytkowanie, które może być przyczyną obniżania plonów czy też w przypadku łąk na glebach próchnicznych może prowadzić tylko do częściowego wykorzystywania przez roślinność azotu z mineralizacji.

Stan obecny użytków zielonych oraz sposoby ich wykorzystania są ściśle powiązane z pogłowiem zwierząt. Obecnie stwierdza się rosnące zapotrzebowanie na wysokiej jakości pasze, szczególnie w gospodarstwach specjalizujących się w produkcji mleka i żywca wołowego. Jest to najistotniejszy czynnik wymuszający zmiany w sposobach gospodarowania na TUZ, głównie nawożenia, zbioru i konserwacji.

Nawożenie łąk i pastwisk kształtuje potencjał produkcyjny użytków zielonych i stanowi główny czynnik wpływający na wielkość plonów oraz oddziałuje na skład gatunkowy zbiorowisk roślinnych. Stosowanie odpowiednich nawozów i ich odpowiednich dawek, pozwala na dostarczenie roślinom składników pokarmowych, niezbędnych do ich prawidłowego wzrostu i rozwoju. Nawożenie również ma na celu podniesienie w sianie i w runi pastwiskowej zawartości składników odżywczych, a zwłaszcza białka strawnego i soli mineralnych. Zaprzestanie nawożenia trwałych użytków zielonych powoduje zmiany w składzie botanicznym runi, takie jak ustępowanie z runi wielu gatunków roślin, co może doprowadzić do degradacji lub przekształcenia jej w bezwartościowe florystycznie zbiorowiska. Zaniechanie nawożenia powoduje również zmniejszanie się plonów suchej masy.

Nawożenie azotem poprawia jakość plonów oraz ich wartość pokarmową poprzez polepszenie strawności i wartości paszy z uwagi na zwiększenie zawartości białka ogólnego i zmniejszenie zawartości włókna i cukrów. Jednak stosowanie zbyt wysokich dawek azotu powoduje pogorszenie składu chemicznego paszy i zmiany w składzie gatunkowym runi poprzez zmniejszanie się udziału traw i roślin motylkowych na rzecz chwastów.

Nawozy fosforowe i potasowe wpływają na zwiększenie udziału roślin motylkowych w runi użytków zielonych, a niedobór tych składników osłabia żywotność roślinności trawiastej. Nawożenie fosforem przyczynia się do zwiększenia i utrzymania na odpowiednim

poziomie plonu masy roślinnej oraz wpływa na jakość paszy z uwagi na wzrost zawartości białka i soli mineralnych.

Nawożenie potasowe podnosi plony łąk i pastwisk, szczególnie na glebach ubogich w ten składnik, oraz zwiększa wykorzystanie azotu i fosforu. Potas bierze udział w gospodarce wodnej, syntezie białek, sprzyja tworzeniu się węglowodanów, zwiększa mrozoodporność roślin. Nadmierne dawki nawozów potasowych oddziałują ujemnie na jakość paszy, powodując niepożądane zwiększenie zawartości potasu, oraz zmniejszenie przyswajalności Mg i Na. Nadmiar potasu, przy niedoborze wapnia i magnezu w paszy, może być czynnikiem wywołującym tężyczkę pastwiskową.

Konieczne jest więc doskonalenie metod produkcji pasz na TUZ w kierunku produkcji zrównoważonej, a więc bezpiecznej dla środowiska i przynoszącej zysk rolnikowi, zgodnie z zasadami Wspólnej Polityki Rolnej i jej idei zrównoważonego rozwoju.

W tym kontekście problematyka rozprawy doktorskiej Pani mgr Joanny Elżbiety Burkackiej-Jurgiel dotycząca oceny wpływu zróżnicowanego nawożenia mineralnego na plonowanie i skład chemiczny wybranych mieszanek motylkowo-trawiastych oraz zmiany właściwości chemicznych gleb została trafnie dobrana, a wyniki badań mogą mieć tak wymiar naukowy jak i praktyczny w zakresie lepszego wykorzystania potencjału produkcyjnego trwałych użytków zielonych w Polsce poprzez optymalizację nawożenia.

### ***Ocena formalna rozprawy***

Niniejsza rozprawa ma postać klasycznej monotematycznej dysertacji. Składa się ze 120 stron tekstu zawierającego 48 tabel i 2 rysunków.

Treść rozprawy została szczegółowo podzielona na rozdziały i liczne podrozdziały wyodrębnione w spisie, co nadaje rozprawie dużą przejrzystość. Układ pracy jest zbliżony do klasycznego schematu. Rozdział pierwszy stanowi wstęp, w którym Autorka formułuje cel badań. Drugi rozdział to przegląd literatury, w którym doktorantka omówiła problematykę obejmującą najważniejsze zagadnienia wchodzące w zakres badań własnych. Rozdział ten obejmuje 18 stron. W ostatnim rozdziale „Wyniki Badań” liczącym 60 stron Autorka szeroko ukazała złożoność tematyki badawczej stanowiącej przedmiot pracy. Zaprezentowane odniesienie do literatury jest trafnie dobrane i świadczy o dobrym odczytaniu Autorki. Opiera się ono aż na 263 pozycjach literatury, z czego ponad 15% stanowią pozycje obcojęzyczne, głównie anglojęzyczne.

Pod względem metodycznym praca została poprawnie zrealizowana, a schemat eksperymentu jest poprawny od strony metodycznej.

Szczegółowy opis zakresu i metodyki badań przedstawiono w rozdziale trzecim na 5 stronach. Badania własne Autorka przeprowadziła w latach 2009-2011 w oparciu o doświadczenie nawozowe zlokalizowane w Stacji Doświadczalnej Wydziału Rolnictwa i Biologii w Skierniewicach. Doświadczenie założone zostało na glebie brunatnej właściwej o składzie granulometrycznym piasku słabogliniastego. Doświadczenie założono metodą losowanych bloków w czterech powtórzeniach i łącznie obejmowało 108 kombinacji nawozowych.

W doświadczeniu od 1974 r stosuje się wzrastające dawki potasu (0, K1, K2), potasu z magnezem (K1Mg, K2Mg), potasu z wapniem i magnezem (K1MgCa, K2MgCa) przy stałym poziomie nawożenia azotem ( $90 \text{ kgN}\cdot\text{ha}^{-1}$  w formie saletry amonowej) i fosforem ( $26 \text{ kg P}\cdot\text{ha}^{-1}$  w formie superfosfatu pojedynczego). Potas wnoszono w dwóch dawkach (K1) –  $100 \text{ kg K}\cdot\text{ha}^{-1}$  i (K2) –  $200 \text{ kg K}\cdot\text{ha}^{-1}$ , w formie wysokoprocentowej soli potasowej (50% K). Nawożenie magnezem stosowano każdego roku w formie  $\text{MgSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}$  w ilości  $30 \text{ kg Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Wapnowanie zastosowano w pierwszym roku badań przed siewem roślin w formie wapna tlenkowego w ilości  $1,14 \text{ t Ca ha}^{-1}$ . W doświadczeniu testowano trzy różne mieszanki traw z roślinami motylkowatymi i bez.

Próbki gleby przeznaczone do analiz chemicznych pobierano z wierzchniej warstwy gleby (0-25 cm). W próbkach glebowych oznaczono:

- odczyn gleby metodą potencjometryczną po ekstrakcji w roztworze KCl o stężeniu  $1 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ , na aparacie firmy Schott,
- przyswajalne formy fosforu i potasu metodą Egnera-Riehma
- zawartość magnezu przyswajalnego metodą Schachtschabela, metodą atomowej spektrometrii absorpcyjnej (ASA) na aparacie firmy Thermo Elementar,
- zawartość przyswajalnych form mikroelementów Cu, Mn, Zn po ekstrakcji w HCl o stężeniu  $1 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$  metodą atomowej spektrometrii absorpcyjnej (ASA) na aparacie firmy Thermo Elementar,
- kwasowość hydrolityczną – według metody Kappena,
- zawartość magnezu, wapnia, sodu i potasu wymiennego po ekstrakcji w octanie amonu o stężeniu  $1 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$  i pH 7,0 - metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej (ASA) na aparacie firmy ThermoElementar,

Plon roślin zbierany był w trzech kolejnych latach (2009-2011), jeden pokos w 2009 i po trzy pokosy w latach 2010 i 2011 (maj; koniec lipca-początek sierpnia, koniec września-początek października). Suchą masę roślinności łąkowej oznaczano po wysuszeniu roślin w

temperaturze 50°C. Po zmineralizowaniu materiału roślinnego w mieszaninie kwasów HNO<sub>3</sub> i HClO<sub>4</sub> w stosunku wagowym 4:1 oznaczono:

- zawartość azotu zmodyfikowaną metodą Kiejdahla na aparacie VAPODEST 30 firmy Gerhardt,
  - zawartość fosforu metodą wanadowo-molibdenową na aparacie Thermo Elementar,
  - zawartość sodu, potasu, magnezu, wapnia i mikroelementów (Zn, Cu i Mn) metodą atomowej spektrometrii absorpcyjnej (ASA) na aparacie SOLAAR M6 Thermo Elementar,
- W każdym roku badań skład botaniczny runi określano metodą szacunkowo-pomiarową.

Przeprowadzone w doświadczeniu pomiary plonów oraz wyniki analiz zostały poprawnie opracowane. Generalnie opis przeprowadzonych badań oraz postępowania analitycznego jest przejrzysty i szczegółowy.

Wyniki badań Autorka omawia w rozbiciu na siedem podrozdziałów odpowiadających wcześniej postawionym celom badawczym. Takie uporządkowanie pracy, gdzie wyniki przedstawia się zgodnie z postawionymi celami badawczymi, oceniam jako bardzo trafne, bowiem czyni ono pracę bardziej komunikatywną i przejrzystą.

Wyniki badań zawarte w rozdziale 4 od strony formalnej są poprawnie omówione. Autorka zestawiając dane eksperymentalne dokonała ich właściwej interpretacji. Praca zawiera bardzo duży materiał doświadczalny, wyniki zostały opracowane wszechstronnie z zastosowaniem dobrze dobranych metod statystycznych i nie budzą zastrzeżeń ani od strony merytorycznej ani pod względem metodyki wykonanych badań.

Praca kończy się 10 syntetycznymi wnioskami, które jednocześnie stanowią podsumowanie wyników badań.

#### **Uwagi dotyczące części formalnej pracy są następujące:**

Po przestudiowaniu tej interesującej rozprawy, nasuwają się jednak pewne sugestie.

- str. 29 rozdział 2.10. *Zmiany zawartości białka oraz stosunku K(Ca+Mg) w roślinach ląkowych pod wpływem zróżnicowanego nawożenia.* W treści tego podrozdziału Doktorantka opisała zmiany zawartości białka natomiast nie opisano zmian stosunku K(Ca+Mg)
- str. 31 rozdział 3.1. *Opis doświadczenia.* Opisując tabelę nr 5 Doktorantka zaliczyła glebę do niskiej klasy zasobności w przyswajalne formy K i Mg co do końca nie jest prawdą, ponieważ zasobność gleby uzależniona była od kombinacji nawozowej i dla

potasu kształtowała się od niskiej do wysokiej, a dla magnezu od bardzo niskiej do wysokiej klasy zasobności

- w metodyce nie podano w sposób czytelny w jakich latach prowadzono badania. Informacja taka znajduje się dopiero w podrozdziale 3.3. *Metody analiz gleby i roślin*.
- nie podano terminu wysiewu mieszanek oraz brak informacji, czy podczas trwania doświadczenia stosowano jakieś zabiegi pielęgnacyjne
- brak jest wyjaśnienia dlaczego wyniki badań z roku 2009 prezentowane są oddzielnie od wyników z lat 2010-2011. Można się tego domyślić z podrozdziału 3.3., w którym Autorka podaje, że w 2009 zebrano tylko 1 pokos, a w latach 2010-2011 trzy pokosy
- w pracy często występuje sformułowanie „średnia zawartość danego pierwiastka wahała się od...-...do” jest w mojej opinii nieprawidłowe, gdyż nie odnosi się do podanych w tabelach wartości średnich, a do szczegółowych wyników badań. W związku z tym zdanie powinno brzmieć „zawartość danego pierwiastka wahała się od...-...do”
- str. 71 rozdział 4.4. *Zawartość białka*. Autorka w tabeli 33 podaje zawartość białka w roślinach z roku 2009, jednak w opisie uzyskanych wyników dane te zostały pominięte
- str. 89 rozdział 4.6. *Równowaga jonowa gleby*. Autorka posłużyła się sformułowaniem suma zasad, pojemność sorpcyjna i wysycenie kompleksu sorpcyjnego zasadami co jest pewnym skrótem myślowym. Poprawnie powinna posługiwać się sformułowaniem suma kationów o charakterze zasadowym, pojemność wymiany kationów i wysycenie kompleksu sorpcyjnego kationami o charakterze zasadowym
- we wniosku 6 podając szereg udziału kationów w kompleksie sorpcyjnym pomyłono potas z magnezem.
- w spisie literatury są 3 pozycje Gawęł 2010 i powinny one zostać oznaczone odpowiednio literami a, b i c. Ta sama uwaga dotyczy Gawęł 2011
- pozycję Ścibior i Gawęł 2004 podano dwa razy w spisie literatury
- błędy stylistyczne i gramatyczne zaznaczono w tekście pracy.

Pragnę w tym miejscu podkreślić, że uwagi te mają jedynie charakter porządkujący i nie dotyczą strony merytorycznej oraz nie umniejszają wartości tej pracy.

### *Ocena merytoryczna rozprawy*

Analizując wyniki rozprawy doktorskiej daje się wyraźnie wyodrębnić cztery główne problemy badawcze: (i) wpływ zróżnicowanego nawożenia na plonowanie wybranych mieszanek motylkowo-trawiastych, (ii) nawożenie, a jakość paszy z trwałych użytków zielonych, (iii) wpływ zróżnicowanego nawożenia na zmiany właściwości sorpcyjnych gleby, (iv) dynamika zmian składu florystycznego runi łąkowej w warunkach zróżnicowanego nawożenia.

Wyniki badań zaprezentowane w recenzowanej pracy:

**dowodzą**, że spośród trzech badanych mieszanek motylkowo-trawiastych najwyższe plony roślin uzyskuje się w przypadku mieszanki z dodatkiem lucerny mieszańcowej **wskazują**, że wartość stosunku pomiędzy badanymi pierwiastkami w roślinach uzależniona jest od nawożenia. Stosunek K:(Ca+Mg) we wszystkich kombinacjach, za wyjątkiem wariantu NPK2, był węższy od wartości uznawanej za optymalną. Wartość stosunku K:Mg, za wyjątkiem kombinacji NPK2, mieściła się w zakresie uznanym za optymalny. Wartość stosunku Ca:P oraz K:Na niezależnie od kombinacji nawozowej była szersza od przyjętej za optymalny pod względem paszowym

**świadczą**, o korzystnym wpływie wapnowania i nawożenia magnezem na właściwości gleby przejawiającym się 3-krotnym zmniejszeniem wartości kwasowości hydrolitycznej i dwukrotnym wzrostem stopnia wysycenia kompleksu sorpcyjnego kationami o charakterze zasadowym w stosunku do obiektu kontrolnego i nawożonego NPK

**wskazują, że** pod wpływem nawożenia potasem stosunek K:Mg w glebie rozszerza się i na kombinacji NPK2 jest szerszy od optymalnego co może prowadzić do niedoborów magnezu w paszy z trwałych użytków zielonych

**pozwalają określić**, że w warunkach doświadczenia spośród poszczególnych roślin trawiastych wchodzących w skład mieszanek największą stabilnością charakteryzuje się kupkówka pospolita, której udział w runi łąkowej zwiększa się wraz z czasem doświadczenia. Dużą stabilnością charakteryzuje się również Festulolium. Najmniej przydatna okazała się tymotka łąkowa ponieważ jej udział w runi systematycznie się zmniejsza. Spośród roślin motylkowych bardziej przydatna okazała się lucerna mieszańcowa niż koniczyna łąkowa.

Pracę podsumowano 10 wnioskami, które odpowiadają postawionemu celowi badań.

### *Wniosek końcowy*

W podsumowaniu pragnę podkreślić, że praca zawiera bardzo duży materiał eksperymentalny. Uzyskane wyniki są wartościowe pod względem naukowym a wykazane uchybienia są stosunkowo łatwe do usunięcia w toku procesu redakcyjnego przygotowującego pracę do publikacji. Należy zaznaczyć, że przygotowanie ocenianej rozprawy wymagało bardzo dużego nakładu pracy w trakcie procesu badawczego. Autorka wykazała dużą aktywność w realizowaniu badań, bardzo dobrze opanowała metodykę badań chemiczno-rolniczych oraz technikę pracy badawczej. W świetle powyższej oceny stwierdzam, że praca doktorska mgr Joanny Elżbiety Burkackiej - Jurgiel spełnia wymagania stawiane w ustawie z dnia 14 marca 2004 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. Nr 65 poz. 595 z późniejszymi zmianami). W związku z powyższym wnioskuję, zatem do Rady Wydziału Rolnictwa i Biologii Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie o dopuszczenie mgr Joanny Elżbiety Burkackiej - Jurgiel do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Warszawa dnia 7 stycznia 2016



prof. dr hab. Beata Rutkowska