

prof. dr hab. Joanna Kostecka
Uniwersytet Rzeszowski
Kolegium Nauk Przyrodniczych
Instytut Nauk Rolniczych, Ochrony i Kształtowania Środowiska
Zakład Podstaw Rolnictwa i Gospodarki Odpadami
ul. Ćwiklińskiej 1, 35-601 Rzeszów
tel.: (17) 872-17-33
e-mail: jkosteck@ur.edu.pl

Recenzja

rozprawy doktorskiej pt „**Wpływ dżdżownic na liczebność i strukturę zespołów mezofauny w glebie**”

autorstwa mgr Kamila Karabana, wykonanej w UNIWERSYTECIE KARDYNAŁA STEFANA WYSZYŃSKIEGO W WARSZAWIE, pod kierunkiem prof. dr hab. Janusza Uchmańskiego oraz dr Alexei V. Uvarova (promotor pomocniczy)

Rozprawa doktorska mgr Kamila Karabana dotyczy zespołów mezofauny w nadal niedocenianym społecznie i politycznie ekosystemie gleby; strategicznie ważnym w warunkach aktualnych zmian środowiska przyrodniczego. Obok roli oceanów dla biosfery, rola gleby jest także nie do przecenienia, rozpoczynają się w niej, kończą i zawieszone są procesy metabolizmu Planety. W regulowaniu procesów zachodzących w sieci troficznej detrytusowych przemian, kluczowe zadania odgrywa złożony zespół organizmów glebowych. Choć podstawową rolę w procesach rozkładu materii organicznej w glebie pełnią mikroorganizmy, to pozostałe elementy edafonu (zooedafonu) odgrywają rolę równie ważną, mając wpływ na funkcjonowanie gleby i procesy glebotwórcze, albo w sposób bezpośredni albo pośredni. Relacje między mikroorganizmami a grupami fauny glebowej w znacznym stopniu regulują aktywność poszczególnych grup mikroorganizmów, a tym samym wpływają na tempo dekompozycji materii organicznej. Przedstawiciele zooedafonu mają bezpośredni troficzny wpływ na mikroorganizmy a także znaczenie jako *ecoengineers* (pozatroficzna aktywność w rozdrabnianiu substratu i jego mieszaniu, produkcja odchodów i śluzu oraz transport mikroorganizmów i aktywowanie lub ograniczanie ich rozwoju). Wyniki wielu badań z ostatnich lat wskazują, że procesy obiegu materii i przepływu energii zależą w znacznie większym stopniu, niż sądzono nie tylko od mikroorganizmów, ale że aktywność fauny glebowej, a zwłaszcza relacje pomiędzy poszczególnymi grupami zwierząt odgrywają istotną rolę dla funkcjonowania systemu glebowego.

Procesy prowokowane w glebie podlegają także stałym modyfikacjom poprzez różne czynniki antropopresji, powoduje to, że badań tej części biosfery nigdy nie można uznać za zbędne. Stałe

badanie i kontrola tych procesów jest więc kolejnym uzasadnieniem dla podjętego przez autora pracy badania wpływu dżdżownic w wariantach jedno i wielogatunkowych na poszczególne grupy (wazonkowce, skoczogonki i roztocze) oraz na cały zespół mezofauny na różnych poziomach profilu glebowego (ściółka, gleba i cały profil glebowy).

Społeczna świadomość dużej roli zoedafonu w procesach dekompozycji materii organicznej, humifikacji i mineralizacji oraz krążeniu pierwiastków jest nadal niska, co pozwala podać trzecie uzasadnienie dla przeprowadzonych badań – ich wyniki mogą mieć praktyczne zastosowanie w edukacji na rzecz czystości środowiska glebowego i działań dla ochrony jego różnorodności biologicznej.

Wobec powyższych argumentów podjęte przez pana mgr Kamila Karabana badania nad wpływem dżdżownic na liczebność i strukturę zespołów mezofauny w glebie, są trafne i aktualne. Oceniam je wysoko zarówno z naukowego jak i aplikacyjnego punktu widzenia.

Tytuł poddawanej ocenie rozprawy doktorskiej uważam za prawidłowy i odpowiada on zawartości czytanej pracy.

Rozprawa doktorska stanowi opracowanie obejmujące 141 stron maszynopisu, w tym spis 213 pozycji bibliograficznych (z czego 53% stanowią pozycje literaturowe przywołujące badania sprzed roku 2000, co nieco obniża aktualność przeglądu literatury).

W układzie rozprawy doktorskiej znajdują się: Wstęp; po nim 1. Przegląd literatury (posiada cenną zaletę – jest syntetyczny i jasno prezentuje wszystkie grupy poddawane badaniom); następnie 2. Cele pracy i hipotezy badawcze; 3. Metody badań i opis trzech złożonych eksperymentów. Potem autor dysertacji wprowadza 4. Wyniki – podzielone na podrozdziały omawiające odrębnie każdy z podjętych eksperymentów, każdy zakończony jest własnym podsumowaniem. Praca obejmuje następnie 5. Dyskusję; oraz 6. Wnioski i 7. Literaturę.

Opisana zawartość pracy została prawidłowo rozplanowana - części wstępne pracy zajmują około 30% a wyniki i ich dyskusja 70%. W pracy zamieszczono 58 tabel oraz 43 ryciny, czytelne i zwykle dobrze objaśnione aby ilustrować opisywane zagadnienia bądź stanowić podstawę omawianych wyników prezentowanych w formie graficznej. Szkoda, że praca nie zawiera ich spisu, co ułatwiłoby czytającemu ich swobodniejsze odszukiwanie i porównywanie. Także sądzę, że część informacji statystycznych w nich zawartych powinna znaleźć się w Aneksie. Znacznie uprościłoby to rozdział wyniki i spowodowało jego bardziej przyjazną dla czytelnika treść.

Rozdział „Wstęp” wprowadza w podejmowane zagadnienie badawcze, uzasadnia potrzebę analizy wpływu dżdżownic na przedstawicieli wazonkowców, skoczogonków i roztoczy. Po przeczytaniu go mam prośbę o wyjaśnienie stwierdzenia „...wybrałem gatunki reprezentujące

trzy najważniejsze grupy ekologiczne ...” czy jest to „zgrabnie” sformułowane zdanie? Co dokładnie autor dysertacji miał na myśli?

Niedosyt czuję także w konsekwencji zdania; „...W warunkach maksymalnie zbliżonych do naturalnych, wykonane zostały trzy uzupełniające się wzajemnie eksperymenty ...”. Takie sformułowanie zostało powtórzone na stronie 31 (wiersz 4 od dołu) gdzie także prowokuje mnie do prośby o ustosunkowanie się i wyjaśnienie przyczyn rozbieżności pomiędzy prawdą stwierżeń naukowych o środowisku glebowym, wynikami jego badań w laboratorium i prowadzonych w środowisku przyrodniczym.

Przy okazji pragnę także nadmienić, że w pracach naukowych przyjęło się, że badania relacjonujemy w formie bezosobowej.

Rozdział 1. **Przegląd literatury**; jak wspomniano powyżej, został przygotowany w sposób syntetyczny, jego wartością są dla mnie jednorodne tabelarycznie zestawienia badań, w których autorzy zajmowali się oddziaływaniem dżdżownic na zagęszczenie wazonkowców, skoczogonków i roztoczy. Wszystkie zestawienia obejmują prezentację tego oddziaływania w grupach ekologicznych dżdżownic – odpowiednio *anecic*, *epigeiczne* i *endogeiczne*. Autor dysertacji przestudiował problem i w sposób czytelny; za pomocą odpowiednich strzałek, ukazał kierunek wpływu dżdżownic na zagęszczenie omawianych przedstawicieli mezofauny – spadek lub wzrost zagęszczenia; albo – brak wpływu. To zestawienie jest też dobrym uzasadnieniem dla podejmowanych przez autora dysertacji badań.

Zdanie na str. 11 (siódme od góry) zachęca mnie do prośby o podanie systematyki dżdżownic, wazonkowców, skoczogonków i roztoczy.

Rozdział 2. **Cele i hipotezy badawcze** autora dysertacji były ambitne. Obok sprawdzenia siły i kierunku oddziaływania trzech gatunków dżdżownic w naturalnym gradiencie zagęszczenia ich populacji na naturalne zespoły mezofauny, postanowił on przeprowadzić analizę wpływu ich różnogatunkowych zgrupowań, w celu poszukiwania interakcji, które mogą modyfikować wpływ poszczególnych gatunków dżdżownic na mezofaunę. Dodatkowo, ponieważ jak twierdzi autor, w literaturze brak porównania znaczenia troficznych i nietroficznych mechanizmów oddziaływania dżdżownic na naturalne zespoły mezofauny, chciał on także wyjaśnić oddziaływania najważniejszych mechanizmów inżynierskiej aktywności dżdżownic (mieszanie substratu, wydalenie odchodów, wydzielanie śluzu, rozkład martwych osobników). Swoje zamiary sformułował w postaci pięciu hipotez:

1. Obecność dżdżownic powoduje zmiany w zagęszczeniu i strukturze zespołu mezofauny glebowej.

2. Wpływ dżdżownic na mezofaunę zależy od (a) zagęszczenia (biomasy) zgrupowania dżdżownic oraz (b) przynależności poszczególnych gatunków dżdżownic do grup ekologicznych.
3. W przypadku wielogatunkowych zgrupowań dżdżownic, ich wpływ na mezofaunę nie jest sumą oddziaływania poszczególnych gatunków, ale jest modyfikowany międzygatunkowymi interakcjami.
4. Nietroficzny wpływ inżynierskiej aktywności dżdżownic na mezofaunę przejawia się różnorodnymi mechanizmami: mieszanie ściółki i gleby, wydzielanie śluzu, wydalanie koprolitów oraz formowanie centrów mikrobiologicznej aktywności po śmierci dżdżownic.
5. Nietroficzne formy aktywności dżdżownic (ich aktywność inżynierska) mają równie istotny wpływ na zespoły mezofauny jak troficzna aktywność dżdżownic.

Pierwsza z nich wydaje się dość oczywista w świetle poczynionego przez samego autora przeglądu literatury, pozostałe w miarę poprawnie formułują kierunek hipotez założonych wyników.

Rozdział 3. **Metodyka badań i opis eksperymentów** nawiązuje do udziału autora dysertacji w projektach finansowanych przez MNiSW:

- *Interakcje w zespołach dżdżownic - wpływ różnorodności oraz konsekwencje zmian klimatycznych* (kierownik projektu dr Alexei V. Uvarov; lata 2006-2009);

- *Mechanizmy interakcji pomiędzy mezofauną a dżdżownicami w systemie glebowym* (kierownik projektu mgr Kamil Karaban; lata 2010-2012). Mam pytanie; czy prezentowana dysertacja obejmuje jakieś rozszerzone działania w stosunku do prowadzonych w ramach wspomnianych projektów? Czy pozwala wyciągnąć np. szersze wnioski?

Rozdział 3. podzielono na podrozdziały:

3.1. Wybór i przygotowanie substratu użytego w eksperymentach; ściółka i gleba wykorzystywane we wszystkich trzech doświadczeniach zbierane były na Pojezierzu Mazurskim w lesie bukowo-dębowym z dodatkiem lipy (podano współrzędne, zdiagnozowano ich cechy korzystając z pomocy fachowców). Dżdżownice były zebrane w tym samym siedlisku, 2-3 tygodnie przed rozpoczęciem eksperymentu. Mam pytanie jak potraktowano osobniki *L. terrestris* po ich odnalezieniu, przed wprowadzeniem do eksperymentu?

Mezofauna użyta w eksperymencie została dodana do mikrokosmosów wraz z substratami. Autor dysertacji założył więc, że na początku eksperymentu struktura i zagęszczenie poszczególnych grup zespołu mezofauny były zbliżone do naturalnego.

3.2. *Eksperymenty terenowe A i B*

Eksperymenty A i B, które założono w tym samym czasie w plastikowych mezoskosmach z utworzonym profilem glebowym, zostały opisane jasno i zaprezentowane graficznie w tabeli.

Eksperyment A umożliwiał zbadanie wpływu zagęszczenia jednogatunkowych populacji dżdżownic na zagęszczenie i strukturę zespołu mezofauny; w eksperymencie B badano wpływ różnorodności gatunkowej zgrupowania dżdżownic na zagęszczenie i strukturę zespołu mezofauny.

3.3. *Eksperyment C*

Opisowi tego eksperymentu poświęcono najwięcej miejsca. Został wykonany jako uzupełnienie eksperymentów A i B. Przemysłany, stanowił próbę porównania wpływu troficznych i nietroficznych mechanizmów oddziaływania dżdżownic na wybrane grupy mezofauny. Został przeprowadzony w specjalnie dla niego zaprojektowanych dwu-litrowych mikrokosmosach (opisanych w kolejnym podrozdziale 3.3.1). Ich budowa zapewniała ciągłość utworzonego wewnątrz profilu glebowego i jednocześnie pozwalała na rozłączanie jego części w celu prowadzenia zaplanowanych prac (mieszanie substratu, dodawanie śluzu i odchodów oraz martwych dżdżownic). Konstrukcja pozwalała mezofaunie na swobodne przemieszczanie się wewnątrz utworzonego w nich profilu glebowego, a dżdżownice używane w wariacie z żywymi dżdżownicami nie mogły zmieniać części profilu glebowego, w którym zostały umieszczone.

Opis eksperymentu C (podrozdział 3.3.2), *opis mieszania substratów* (a), *dodawanie odchodów dżdżownic* (b), *dodawanie śluzu dżdżownic* (c), *wariant z sumą oddziaływań* (d), *czy dodawanie martwych dżdżownic* (e), są opisane jasno.

Po zakończeniu wszystkich eksperymentów A, B i C przeprowadzano **Ekstrakcję mezofauny i opracowywanie prób**. Były wykonywane zgodnie z ogólnie przyjętą w tego typu badaniach metodą i zostały opisane w podrozdziale 3.4 (w wyliczaniu kolejnych podrozdziałów doktorant zagubił podrozdział 3.3). Z uwagi na to, że podstawową jednostką był mikro- i mezoskosmos, zagęszczenie mezofauny nie zostało przeliczane na metr kwadratowy. Dlaczego jednak autor nie zdecydował się na znalezienie wspólnej płaszczyzny porównania i ewentualnie do odniesienia do wyników innych autorów? Może odniesienie do objętości byłoby możliwe?

Jak wskazuje autor dysertacji w kolejnym podrozdziale 3.5. **Analizy statystyczne**, układ wszystkich trzech eksperymentów jeszcze przed ich wykonaniem był zaplanowany dla obliczeń za pomocą odpowiednich analiz statystycznych. Wykonywano je przy użyciu pakietów STATISTICA oraz IBM SPSS.

Sposób postępowania przy analizie statystycznej uzyskiwanych wyników został opisany dokładnie i nie budzi moich zastrzeżeń. Analizując wyniki eksperymentów korzystano odpowiednio z obliczeń za pomocą jedno, dwu oraz trzyczynnikowej analizy wariancji (ANOVA). W odpowiednich momentach używano testu Shapiro-Wilka, testu Lagena i testu Kruskala-Wallisa a także testu *Post Hoc* Dunnetta, czy Kruskala-Wallisa z poprawką Bonferroniego.

Istotną i najbardziej wartościową część pracy stanowi rozdział 4. **Wyniki**. Jest to jednocześnie rozdział najobszerniejszy (66 stron). Autor dysertacji dzieli go logicznie na trzy podrozdziały (co odpowiada eksperymentom A, B i C). Wyodrębnia w nich kolejne podrozdziały, co pokazuje złożoność podjętych badań i jednocześnie je porządkuje.

Opis wyników eksperymentu A doktorant rozpoczął od zaprezentowania myśli, które moim zdaniem powinny znaleźć się w opisie metodyki badań. W kolejnym fragmencie tekstu zamieścił już prawidłowo graficzną formę uzyskanych wyników w postaci 8 rycin i 14tu tabel. Te ilustracje wyników są czytelne, choć chcę przypomnieć, że część wprowadzonych tu obliczeń statystycznych mogłaby funkcjonować w Aneksie, nadal uprawniając autora do stwierdzeń o oddziaływaniu zagęszczenia jednogatunkowych populacji dżdżownic na zagęszczenie i strukturę badanego zespołu mezofauny. Koniec tej części wyników doktorant zwięźcza *podsumowaniem wpływu jednogatunkowych zgrupowań dżdżownic na mezofaunę*. Zestawienie w tabeli 21 pokazuje udowodniony statystycznie wpływ zagęszczenia jednogatunkowych populacji dżdżownic (w poszczególnych poziomach systemu glebowego; ściółka, gleba i cały profil glebowy) na spadek lub wzrost zagęszczenia wskazanych grup.

W eksperymencie B badano wpływ różnorodności gatunkowej zgrupowania dżdżownic na zagęszczenie i strukturę zespołu badanych wazonkowców, skoczogonków i roztoczy. Te wyniki ilustruje 16 rycin i 12 zestawień tabelarycznych. Podsumowanie istotnych statystycznie osiągnięć eksperymentu B pokazuje kolejna tabela dająca pogląd na wyniki trzyczynnikowej ANOVA w odniesieniu do spadków i wzrostu zagęszczenia mezofauny pod wpływem różnogatunkowych zgrupowań dżdżownic. Tabela ilustruje także interakcje w ramach której korzystny wpływ jednego gatunku jest zerowany w zespole dwugatunkowym (+/0 na niebieskim polu), lub interakcje w ramach której korzystny wpływ jednego gatunku jest zmieniany na negatywny w zespole dwugatunkowym (+/- na czerwonym polu).

Opisane w 3 części rozdziału, wyniki eksperymentu C, są próbą wyjaśnienia charakteru i stopnia oddziaływania najważniejszych mechanizmów wpływu inżynierskiej aktywności dżdżownic *L. rubellus* (gatunek epigeiczny) i *A. caliginosa* (gatunek endogeiczny) na analizowane wcześniej grupy mezofauny, a także próbą porównania względnego znaczenia ich

troficznego i niotroficznego oddziaływania na mezofaunę. Eksperyment obejmował imitację ich aktywności – mieszanie gleby i ściółki (bioturbacje), wydzielanie odchodów, wydzielanie śluzu, rozkład martwych dżdżownic – w porównaniu z wpływem żywych dżdżownic.

Wyniki wskazanych badań ilustruje 16 wykresów oraz 21 tabel. Do tych ilustracji, autor dysertacji dołączył w podsumowaniu podrozdziału, 3 tabele zbiorcze. W pierwszej podkreślił wpływ żywych dżdżownic oraz niotroficznych form ich aktywności na zagęszczenie mezofauny w górnej części mikrokosmosu. Odpowiednim znakiem i na kolorowo na polu tabeli oznaczył ujemny lub dodatni wpływ wariantu na zagęszczenie mezofauny. W sposób czytelny wskazał również interakcję, w której imitacja obecności *L. rubellus* powodowała wzrost zagęszczenia, a z równoczesną imitacją *A. caliginosa* nie było różnic pomiędzy tym wariantem a kontrolą (bez imitacji). Analogicznie, tabela daje także możliwość prześledzenia co wywoływało spadek zagęszczenia.

W kolejnej tabeli doktorant podsumował ten sam wpływ, ale w dolnej części mikrokosmosu. Odpowiednim oznakowaniem uwypuklił wyniki badań gdy uzyskano statystycznie istotny ujemny lub dodatni wpływ wariantu na zagęszczenie mezofauny. Pokazał także interakcję, w której imitacja obecności gatunku *L. rubellus* spowodowała spadek zagęszczenia mezofauny a w wariacie z równoczesną imitacją *A. caliginosa* następował wzrost jej zagęszczenia.

Tabela trzecia podsumowania obrazuje istotny wpływ żywych dżdżownic oraz niotroficznych form ich aktywności na zagęszczenie mezofauny w całych mikrokosmosach. Widać w niej ujemny lub dodatni wpływ wariantu na zagęszczenie mezofauny oraz interakcję, w której imitacja *L. rubellus* powoduje wzrost zagęszczenia, a z równoczesną imitacją *A. caliginosa* nie ma różnic pomiędzy tym wariantem a kontrolą (bez imitacji) (lub analogicznie pokazuje co wywołało spadek zagęszczenia).

Tak złożone wyniki badań mgr Kamil Karaban dyskutował z badaniami innych autorów. Rozdział „**Dyskusja**” został poprowadzony na trzynastu stronach (przywołane zostało 32 pozycje innych autorów). Osiągnięciem autora dysertacji jest odnoszenie swoich wyników do treści cytowanej literatury, zarówno pod kątem zgodności jak i rozbieżności. Dyskusję poprowadzono dość poprawnie, choć bardzo deprymujące okazało się niestaranne przygotowanie spisu literatury i odnośników do niej (niestaranność spisu literatury podniesiono jeszcze raz w rozdziale literatura). W części tekstu ponownie pojawiło się prowadzenie dyskusji w formie osobowej zamiast bezosobowej. Wytykając te błędy, pragnę zwrócić uwagę doktoranta na fakt (który już pewnie sam wielokrotnie zauważył), że praca naukowa jest pracą niezwykle ciekawą ale także żmudną na wielu płaszczyznach.

Mam też pytanie w związku z myślą, którą doktorant zawarł w dyskusji „...Dżdżownice występują w glebie w różnogatunkowych zespołach, a informacje na temat interakcji, które modyfikują aktywność kluczowych grup fauny glebowej jest niezbędna dla pełnego rozumienia jak funkcjonuje system glebowy. Jest to bardzo ważne choćby w perspektywie globalnych zmian klimatycznych i **inwazji** dżdżownic na tereny wcześniej od nich wolne...”. Dżdżownice uważane są za rolników gleb, zwykle gdy ich brak - wskazuje się na degradację biologiczną gleb. Czy autor mógłby szerzej zinterpretować to zdanie?

Rozważania dysertacji kończy dziewięć **Wniosków**.

1. Obecność dżdżownic ma kompleksowy wpływ na zespół mezofauny, modyfikuje jego zagęszczenie i strukturę. Wpływ dżdżownic przejawia się na wszystkich poziomach organizacji zespołu mezofauny: od wyższych taksonów do grup ekologicznych i oddzielnych gatunków.
2. Oddziaływania jednogatunkowych populacji dżdżownic na mezofaunę charakteryzują się szerokim zakresem zmienności. Siła i kierunek oddziaływania zależy od gatunku oraz relacji wewnątrzgatunkowych dżdżownic. Wpływ poszczególnych gatunków dżdżownic zależy przede wszystkim od ich zagęszczenia, ale trajektoria siły oddziaływania może mieć przebieg zarówno liniowy jak i nieliniowy.
3. Przynależność do grupy ekologicznej nie oznacza, że dżdżownice będą powodowały zmiany tylko w określonej warstwie profilu glebowego. Dżdżownice epigeiczne powodują zmiany zarówno w ściółce jak i w poziomie mineralnym gleby, a dżdżownice endogeiczne wpływają na mezofaunę zarówno w mineralnej glebie jak i w ściółce. Wyniki te można częściowo wyjaśnić pionowymi migracjami mezofauny spowodowanymi wpływem dżdżownic.
4. Interakcje międzygatunkowe modyfikują siłę i kierunek oddziaływania poszczególnych gatunków dżdżownic na mezofaunę. Wpływ dżdżownic zależy więc od tego, czy występują one w jednogatunkowych populacjach, czy też w różnogatunkowych zespołach.
5. W porównaniu do kierunku oddziaływania jednogatunkowej populacji, interakcje międzygatunkowe mogą powodować zmianę siły i kierunku oddziaływania poszczególnych gatunków dżdżownic na mezofaunę. Wynik zależy od składu gatunkowego zgrupowania dżdżownic.
6. Wpływ dżdżownic na mezofaunę w warstwie ściółki w większości badanych przypadków był negatywny, co może być związane z redukcją objętości substratu pokarmowego oraz przestrzeni życiowej mezofauny. Odwrotnie, w mineralnej glebie oddziaływanie dżdżownic powodowało w większości przypadków wzrost zagęszczenia mezofauny.

Z uwagi na to, że przeważająca część mezofauny występuje w wierzchniej warstwie gleby, wyniki uzyskane dla całego profilu glebowego przeważnie potwierdzają rezultaty dla warstwy ściółki.

7. Netroficzne (inżynierskie) i troficzne formy aktywności dżdżownic są porównywalne pod względem siły i znaczenia dla zespołu mezofauny. Specyfika oddziaływania netroficznych form aktywności (bioturbacje, wydalenie odchodów i wydzielanie śluzu) zależy od gatunku dżdżownicy, warstwy gleby, grupy mezofauny a także od interakcji pomiędzy nimi. Najwięcej istotnych rezultatów netroficznej aktywności dżdżownic zarejestrowanych zostało w warstwie ściółki.
8. Badane grupy mezofauny reagowały w różny sposób na obecność dżdżownic. W ściółce, w większości przypadków zagęszczenie wazonkowców i ważniejszych grup roztoczy zmniejszało się wraz ze wzrostem zagęszczenia dżdżownic. W glebie natomiast, wzrost zagęszczenia roztoczy zaobserwować można wyłącznie w obecności *A. caliginosa*. Ogólne zagęszczenie skoczogonków oraz przedstawicieli różnych gatunków i wszystkich grup ekologicznych w ściółce zmniejszało się w obecności *L. terrestris*. W glebie gatunek ten powodował spadek zagęszczenia tylko *P. subarmata*. Reakcje skoczogonków na wzrost zagęszczenia *L. rubellus* i *A. caliginosa* często były nieliniowe: (a) w glebie dosyć często wzrastało zagęszczenie hemiepigicznej grupy, (b) w ściółce natomiast obecność *A. caliginosa* zmniejszała zagęszczenie *P. subarmata*.
9. Netroficzna aktywność dżdżownic powodowała specyficzną reakcję mezofauny. Wazonkowce reagowały pozytywnie na wydzielanie śluzu i odchody dżdżownic. Natomiast mieszanie substratu (bioturbacja) i wydzielanie śluzu *L. rubellus* powodowało spadek zagęszczenia mikrostawonogów.

Moim zdaniem łatwo połączyć ze sobą wnioski 4 i 5. Brakuje mi natomiast (choć pomnoży to liczbę wniosków) próby jasno sformułowanych wniosków odrębnie w odniesieniu do wazonkowców, skoczogonków i roztoczy.

Praca doktorska zawiera także rozdział „Literatura”. Jak wspomniano wcześniej zapisano tu 213 pozycji (faktycznie jest ich mniej, bo co najmniej 3 z nich należy odliczyć ponieważ pozycje 48 i 50; 49 i 55 oraz 164 i 165 pokrywają się), co wskazuje, że Autor nie przyłożył się zbyt starannie do tej części pracy. Czuję się zobowiązana do wytknięcia kolejnych braków; kilka przywoływanych tylko w dyskusji pozycji nie istnieje w spisie literatury [str. 116- McLean i Parkinson (2009); str. 118- Migge 2001; str. 123- Tuffen i inni 2002; str. 125- Yeates 1981 oraz Gutierrez i inni 2006; str. 126- Eisenchauer i inni 2014]. Wydaje się też, że autorowi jest wszystko jedno czy zapisać cytowaną pozycję prawidłowo [str. 117- Milcu

i inny 2006, Straube 2009 powinno być Straube i inni 2009; Eisenhauer i inni 2010 czemu w literaturze pozycja widnieje jako 2010a?; str. 118- Eisenhauer 2008 powinno być Eisenhauer i inni 2008; Salomon i Ponge 1999, Salomon i in. 2005; str. 121- Salmon 2001 powinno być Salmon i Ponge 2001; Kos et al. 2017 powinno być Kos i inni 2017; str. 123- Brown 1996 w spisie widnieje jako 1995].

Te błędy pozwalają mi zwrócić uwagę także na inne „pomyłki maszynopisu”, przykładowo znowu wyłącznie w dyskusji [str. 116- związana; str. 117- objetosci; zageszczenie; str. 118- porzez; organcznej;], choć tekst całej pracy także je posiada. Powinny być widoczne w wersji elektronicznej pracy (jak zaznaczone na czerwono przez system korygujący); wystarczy tylko starannie je wyczyścić.

Nie wspominam tu dokładniej o obecnych w całej pracy niekonsekwencjach; np. tytuły rozdziałów i tabel raz bez kropki (prawidłowo) raz z kropką, braki odpowiednich znaków przy wyliczaniu, pozostawianie pojedynczych liter na końcu zdania; za które obniża się ocenę maszynopisu nawet w recenzji prac dyplomowych na uczelni. W oczy rzucają się także poważne błędy ortograficzne (np. str. 36, 42 i 43).

Podsumowanie

Podjęte przez Autora dysertacji doktorskiej badania obejmują trzy złożone eksperymenty. Warto podkreślić, że przygotowanie i przeprowadzenie opisanych badań było pracą i czasochłonne. Generalnie uważam, że pracę zaprezentowano czytelnie i interesująco; choć autorowi nie udało się ustrzec błędów w uporządkowaniu jej wszystkich fragmentów. Pomimo wykazanych wyżej uchybień, uzyskane i zaprezentowane przez autora wyniki badań są cenne i mogą znaleźć istotne zastosowanie przy kompilowaniu wiedzy o procesach obiegu materii i przepływu energii, w powiązaniu z aktywnością fauny glebowej, a zwłaszcza relacjami pomiędzy poszczególnymi grupami zwierząt, które odgrywają istotną rolę dla funkcjonowania systemu glebowego.

Omawianą rozprawę doktorską uważam więc za wartościową a także przydatną w kilku aspektach użytkowych. Przedstawione uwagi można usunąć przy przygotowywaniu fragmentów opracowania do druku.

Podsumowując, stwierdzam, że rozprawa doktorska mgr **Kamila Karabana** wnosi nowe dane do nauki w zakresie problematyki ważnej środowiskowo, nie tylko w Polsce ale i globalnie. Jej wartością jest stosunkowo szerokie scharakteryzowanie zespołowych oddziaływań dżdżownic na liczebność i strukturę zespołów wazonkowców, skoczogonków i roztoczy w glebie. Przeprowadzone badania uzupełniają wiedzę w zakresie rozumienia interakcyjnego wpływu

fauny glebowej na funkcjonowanie systemu glebowego, jako jednego z buforów zmian powodowanych antropopresją, w tym klimatycznych.

Wobec powyższego stwierdzam, że przedłożona mi do recenzji praca Pana mgr Kamila Karabana spełnia wymogi stawiane rozprawom doktorskim, zawarte w art. 17-20 „Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki” z dnia 14 marca 2003 roku.

Tym samym wnioskuję do Rady Naukowej Muzeum i Instytutu Zoologii Polskiej Akademii Nauk o przyjęcie rozprawy doktorskiej Pana mgr Kamila Karabana pt. „Wpływ dżdżownic na liczebność i strukturę zespołów mezofauny w glebie” i dopuszczenie doktoranta do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Rzeszów, 12.06. 2020


prof. dr hab. Joanna Kostecka

