



Dr hab. Ireneusz Ruczyński
Instytut Biologii Ssaków PAN
Stoczek 1, 17-230 Białowieża

Białowieża, 02.02.2023

Ocena rozprawy doktorskiej mgr **Anny Bator-Kocoł** pt. „**Wpływ warunków mikroklimatycznych na skład gatunkowy i strategię hibernacji nietoperzy Chiroptera w rezerwacie „Nietoperek”**”

do Przewodniczącego Wydziałowej Komisji Doktorskiej Wydziału Nauk Biologicznych Uniwersytetu Zielonogórskiego

Przedstawiona do oceny rozprawa została wykonana na Uniwersytecie Zielonogórskim, pod kierunkiem promotora prof. dr. hab. Grzegorza Gabryśa oraz promotora pomocniczego dr. inż. Jana Cichockiego

Przedłożona praca jest oryginalną rozprawą doktorską w postaci monografii, napisaną w języku polskim składającą się z następujących rozdziałów: 1) Wstęp, 2) Cel badań, 3) Teren badań, 4) Materiały i metody, 5) Wyniki, 6) Dyskusja, 7) Załączniki. Monografia ma 95 stron.

Tematyka i wartość merytoryczna

Hibernacja jest jedną ze strategii nietoperzy pozwalającej na przetrwanie okresowego braku dostępności pokarmu. Celem rozprawy doktorskiej było określenie zależności pomiędzy strategią hibernacji poszczególnych gatunków nietoperzy a warunkami mikroklimatycznymi panującymi w zimowisku. Zbadano w jakim stopniu poszczególne gatunki nietoperzy grupują się w klastry w okresie hibernacji. Określono czynniki wpływające na tworzenie klastrów przez nietoperze oraz preferencje warunków mikroklimatycznych u hibernujących gatunków nietoperzy. Badania przeprowadzono na terenie rezerwatu „Nietoperek” znajdującego się w zachodniej Polsce, będącego jednym z najważniejszych miejsc zimowania nietoperzy w Europie Środkowej. W podziemiach systemu militarnego zimuje do 38 tysięcy nietoperzy.

Badania prowadzono w trzech kolejnych zimach 2015/16, 2016/17 i 2017/18 w wybranym odcinku podziemnych korytarzy, tzw. „wjazdowym”. Regularne kontrole pozwoliły na monitorowanie dynamiki liczebności nietoperzy w podziemiu, zmian w składzie gatunkowym i wielkości klastrow, które były formowane. Monitorowano temperaturę, wilgotność i przepływ powietrza. Pozwoliło to na ocenę preferencji mikroklimatycznych nietoperzy i wpływu na wielkość klastrow.

Badania wykazały, że poszczególne gatunki nietoperzy różniły się od siebie pod względem tendencji do tworzenia klastrow, a ich skład gatunkowy nie był przypadkowy. Wyróżniono gatunki, które chętniej zimowały wspólnie z innymi gatunkami (np. nocek Natterera) i takie, które pomimo tego, że tworzyły duże grupy, rzadko towarzyszyły innym gatunkom (np. mopek zachodni). Liczebność nietoperzy zgromadzonych w klastrach, zarówno tych ukrytych w niszach, jak i tych na ścianach, wykazywała zmienność w trakcie sezonu hibernacji. Badania potwierdziły zmienność preferencji termicznych poszczególnych gatunków nietoperzy. Wykazano, że nietoperze unikają przebywania bezpośrednio w strumieniu przepływającego powietrza wybierając miejsca osłonięte. Zmiany warunków mikroklimatycznych w zimowisku powodowały, że nietoperze znajdowały optymalne miejsce do hibernacji, zmieniając lokalizację (w kierunku cieplejszego lub chłodniejszego) lub zmieniały wielkość klastrow. Zachowania te różniły się pomiędzy gatunkami.

Badania oparte są na dużym materiale, którego zebranie wymagało podjęcia olbrzymiego wysiłku. Problem tworzenia klastrow jako reakcja na warunki mikroklimatyczne w czasie trwania hibernacji jest stosunkowo słabo zrozumianym zachowaniem nietoperzy. Problem ten został szczegółowo opisany i przeanalizowany w niniejszej pracy. Należy zaznaczyć, że tytuł rozprawy jest zgodny z jej zawartością. Pani mgr Anna Bator-Kocoł zarówno we wstępie jak i w dyskusji wykazała się bardzo dobrą znajomością literatury. Kandydatka dobrze porusza się w podjętej problematyce badawczej. Dobrze zdefiniowała cele i hipotezy. Dzięki zastosowanej metodyce uzyskała cenne i wartościowe wyniki.

Uwagi krytyczne

1. Brak w rozprawie jednostronicowego streszczenia, w którym Kandydatka zarysowałaby problem naukowy, który chce rozwiązać oraz wskazałaby na elementy nowatorskie. Informacje o tym jakie luki w wiedzy o hibernacji nietoperzy udało się uzupełnić są rozproszone w tekście i nie tak łatwe do uchwycenia.
2. We wstępie znajduje się informacja o tym, że wcześniejsze badania opisujące preferencje temperaturowe były w znacznym stopniu oparte na wyrwykowych pomiarach a przebieg hibernacji był przedstawiony w oderwaniu od pozostałych okresów fenologicznych. Nie jest jasne czym są „pozostałe okresy fenologiczne” i dlaczego w niniejszej pracy pomiary nie są „oderwane” od tzw. „pozostałych okresów fenologicznych”.
3. Głównym celem rozprawy doktorskiej było określenie zależności pomiędzy strategią hibernacji poszczególnych gatunków a warunkami mikroklimatycznymi panującymi na zimowisku. Ponieważ cel takich badań był podnoszony już wcześniej, nie wyjaśniono dostatecznie dlaczego warto było zająć się tym zagadnieniem raz jeszcze. Rozumiem, że taką przesłanką były m.in.: bogata struktura gatunkowa hibernujących nietoperzy, specyficzne cechy obiektu, w którym nietoperzy hibernowały, ciągły pomiar zmian warunków mikroklimatycznych w korytarzach itp. Warto podkreślić ten element w przygotowywanej publikacji i w czasie obrony rozprawy.
4. Hipotezy są dosyć jednoznaczne. Dodanie przewidywań, np. że klastry będą tworzone w sytuacji wystąpienia niskich temperatur, pod koniec okresu hibernacji lub w miejscach o niestabilnych warunkach mikroklimatycznych, byłoby wartościowym uzupełnieniem.
5. W hipotezach zabrakło mi wyeksponowania czasu jako czynnika który wpływa na częstość tworzenia klastrów. Zamieszczona jest jedynie ogólna informacja, że tworzenie klastrów będzie wykazywało dynamikę.
6. Żałuję, że w pracy nie pokuszono się o zbadanie wpływu kondycji nietoperzy na tworzenie klastrów. Bardzo możliwe, że gorsza kondycja (niższe otłuszczenie) jest głównym czynnikiem wpływającym na częstość tworzenia klastrów. Być może jednorazowy pomiar kondycji nietoperzy pod koniec okresu hibernacji pozwoliłby na weryfikację hipotezy o roli kondycji nietoperzy w procesie tworzenia klastrów. Wątek dotyczący bilansu pomiędzy korzyściami i stratami tworzenia klastrów wydaje się bardzo ciekawy. Dlatego np. porównanie kondycji nocków dużych hibernujących w

wysokich i niskich temperaturach byłoby niezwykle ciekawe. Wprawdzie wiązałoby się to z wybudzeniem nietoperzy, ale wydaje się, że jednorazowe dokonanie takich pomiarów byłoby niezwykle wartościowe. Niniejsza uwaga jest jedynie sugestią dotyczącą przyszłych badań i nie rzutuje na ocenę niniejszej rozprawy.

7. W opisie terenu mamy pojęcie odcinek badawczy, strefa i sekcja. Czy strefa i sekcja badawcza oznaczają to samo? Jeśli tak, to jest to nieco mylące i lepiej używać jednego terminu. Jeśli są to różne pojęcia to różnice należy lepiej wytłumaczyć.
8. Nie znalazłem informacji o wysokości usytuowania logerów rejestrujących temperaturę i wilgotność. Czy miejsce usytuowania logerów było wystandaryzowane? Jeśli nie, to czy odczyty temperatur na różnych wysokościach dałyby takie same lub zbliżone wyniki? Czy umiejscowienie logerów mogło zafałszować obraz preferencji termicznych nietoperzy obserwowanych w różnych sektorach?
9. W rozdziale 4.4. opisano metodykę oceny zależności pomiędzy warunkami mikroklimatycznymi oraz długością hibernacji na strategię tworzenia klastrów nietoperzy. Użyto w tym celu Linear Mixed Model. Co było efektem losowym w modelu?
10. W rozdziale 4.4. i 4.5. opisano metody statystyczne, które mają odpowiedzieć na pytanie jakie czynniki kształtują tzw. strategię klastrowania. W rozdziale 4.4. opisano metodykę oceny wpływu warunków mikroklimatycznych oraz długości hibernacji na strategię klastrowania nietoperzy, w 4.5 natomiast wpływ warunków mikroklimatycznych na powstawanie klastrów. Dlaczego w pierwszym przypadku czas znajduje się jako zmienna wyjaśniająca a w drugim czas nie jest już uwzględniony? Wydaje się, że czas jest kluczowy dla zrozumienia zachodzących zmian w preferencjach wyboru odpowiednich warunków mikroklimatycznych.
11. Pojęcia „strategia klastrowania” i „powstawanie klastrów” nie są dla mnie jednoznaczne i wymagają one uszczegółowienia w planowanej publikacji.
12. Ponieważ podczas każdej kontroli mierzono przepływ powietrza w korytarzach wydaje się, że właściwym podejściem byłoby dołączenie przepływu powietrza jako zmiennej wyjaśniającej tworzenie klastrów. Dodatkowo nie jest jasne dlaczego w testach statystycznych nie uwzględniono roku jako zmiennej wyjaśniającej. Bardzo możliwe, że nietoperze przystępując do hibernacji po sezonie, w którym mogły np. zgromadzić różne zasoby tłuszczu i rozpocząć hibernację w odmiennych warunkach. W efekcie termopreferencje lub wzorzec tworzenia klastrów mogły być odmienne w poszczególnych latach.

13. W rozdziale 4.5. napisano, że uzyskano po 16 modeli. Jakie to były modele?
14. W rozdziale 4.6. podano sposób oceny różnic w częstości tworzenia klastrow w niszach i na ścianach. Uwzględniono podział na poszczególne miesiące. Natomiast w przypadku różnic w wyborze zakresu temperatur hibernacji podzielono hibernację już na 2-3 miesięczne okresy (listopad-grudzień, styczeń-marzec, kwiecień-maj). Czy był ku temu jakiś konkretny powód? Kontrole były co 2 tygodnie dlaczego w ogóle zgrupowano kontrole a nie oparto się na okresach dwutygodniowych?
15. Częstość tworzenia klastrow w niszach i na ścianach porównywano testem χ^2 . W efekcie uzyskano jedynie informacje o tym, że częstość lokalizacji klastrow w niszach lub na ścianach różniła się między sobą w czasie, ale nie ma informacji o tym kiedy i co te różnice kształtowało. Dlaczego nie przetestowano w jednym teście związku pomiędzy temperaturą otoczenia, wilgotnością, ruchem powietrza i czasem hibernacji (zmiennie wyjaśniającą) a miejscami tworzenia klastrow (zmienna wyjaśniana)?
16. W analizach statystycznych wykorzystywana jest m.in. ANOVA (rozdział 4.7., strona 21). W opisie brakuje jednoznacznego doprecyzowania jakie parametry wchodziły do analiz i jak je liczone. Uwaga ta dotyczy również opisu innych statystyk. Metody statystyczne powinny być opisane w taki sposób, aby inni badacze mogli je powtórnie przeprowadzić.
17. Ogólna uwaga podsumowująca zastosowanie metod statystycznych w pracy. W celu odpowiedzi na pytanie jakie czynniki wpływają na tworzenie klastrow, preferencje mikroklimatyczne hibernujących nietoperzy czy też wybór kryjówek, powinno się stosować testy, które w miarę możliwości całościowo uwzględniają czynniki kształtujące dane zachowanie, preferencje. Lepiej jest przetestować daną hipotezę jednym testem niż kilkoma oddzielnymi.
18. Wyniki są niezwykle obszerne. Mają ponad 40 stron. Dają one szczegółowy wgląd w informacje o parametrach, które były mierzone i obserwowaną zmienność np. warunków mikroklimatycznych panujących w korytarzach (Rozdział 5.1.). Wydaje się, że wystarczającym podejściem byłoby zilustrowanie zmienności warunków mikroklimatycznych jedynie w postaci zależności pomiędzy zmiennymi wyjaśniającymi i wyjaśnianymi. Zmniejszyło by to objętość i poprawiło czytelność wyników.
19. Wyniki badań dublowane są na wykresach i w tabelach, np. dane z ryc. 5.1.2. i 5.1.4 jeszcze raz przedstawione są w tabeli 5.1.1.

20. Zmienność temperatur dobowych na ryc. 5.1.1. jest przedstawiona z podziałem na odcinki/sektory. Przedstawienie zmienności dla wszystkich odcinków/sektorów łącznie wydaje mi się już niepotrzebne.
21. Tabela 5.2.1. Czym jest liczebność populacji? Czy to jest łączna liczba obserwacji danego gatunku (suma), czy np. maksymalna liczba obserwowanych nietoperzy w czasie jednej kontroli? Wydaje się, że w tabeli umieszczono sumę obserwacji. Trzeba pamiętać, że w takiej sytuacji te same osobniki mogły być liczone kilkakrotnie. Użycie pojęcia populacji w takiej sytuacji wydaje się nie być prawidłowe.
22. Na rycinach od 5.1.1. do 5.1.4 należy dodać wartości do osi Y w miejscu jej przecięcia z osią X.
23. Uwaga dotyczy ryc. 5.4.1 (zmiany prawdopodobieństwa hibernacji w klastrach) i kolejnych rycin tego typu wygenerowanych dla poszczególnych gatunków nietoperzy. Prawdopodobieństwo i częstość występowania klastrow nie są pojęciami tożsamymi, dlatego w opisie ryciny sugeruję dodać informację czym jest pozioma czarna linia, od której odchodzą słupki. Rozumiem, że jest to średnie prawdopodobieństwo wystąpienia klastrow. Jeśli się mylę to będę wdzięczny za sprostowanie. Również oś Y opisałbym jako prawdopodobieństwo występowania klastrow.
24. Strona 52. W tabeli przedstawiono najlepiej dopasowane modele wyjaśniające tworzenie klastrow. Wartości delty AIC trzech najlepiej dopasowanych modeli są bardzo zbliżone. Czy różnice pomiędzy pozostałymi modelami były również tak małe?
25. W dyskusji znajdują się informacje o nietoperzach, które spadły, utopiły się lub były pogryzione. Pomimo, że tych obserwacji nie było dużo, umieściłbym je w wynikach. Dodanie informacji jak często znajdowano utopione lub pogryzione nietoperze w miejscach, gdzie nie obserwowano klastrow nietoperzy, byłoby bardzo cenne.
26. W procesie edytorskim z listy zacytowanych publikacji wypadło kilka prac lub zostały błędnie zacytowane (np. Urbańczyk 1983, McGuire et al. 2021, Meyer et al. 2016).

Podsumowanie

Problem naukowy podjęty przez Kandydatkę jest bardzo ciekawy i istotny dla zrozumienia zachowań adaptacyjnych nietoperzy w okresie hibernacji. Przedstawiona rozprawa jest pracą bardzo wartościową. Praca pokazuje złożoność zachowań nietoperzy,

plastyczność i zróżnicowanie międzygatunkowe w strategiach hibernacji. Zebrany materiał jest bardzo bogaty, zbierany przez 3 sezony badawcze. Zebranie materiału wymagało podjęcia olbrzymiego wysiłku i zaangażowania. Do wad rozprawy zaliczyłbym nieco zbyt opisową statystykę, która nie zawsze pozwala na pełną ocenę zależności pomiędzy zachowaniami hibernujących nietoperzy a zmiennymi wyjaśniającymi. Chcę zaznaczyć, że pomimo tych krytycznych uwag bardzo wysoko oceniam rozprawę doktorską i uważam, że wnosi nową wiedzę o plastyczności zachowań nietoperzy w okresach hibernacji. Dlatego składam wniosek do Przewodniczącego Wydziałowej Komisji Doktorskiej Uniwersytetu Zielonogórskiego o dopuszczenie mgr Anny Bator-Kocoł do dalszych etapów przewodu doktorskiego. Informuję, że przedstawiona rozprawa doktorska spełnia wymogi przewidziane a art. 13 ust. 1 Ustawy z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. z 2017 r., poz. 1789 z późn. zm.) o.



Dr hab. Ireneusz Ruczyński