



Warszawa, 30.12.2024 r.

dr hab. Zbigniew Borowski, prof. IBL  
Zakład Ekologii Lasu  
Instytut Badawczy Leśnictwa  
Sękocin Stary, ul. Braci Leśnej 3  
05-090 Raszyn

### **Ocena rozprawy doktorskiej mgr Agaty Beliniak**

„Funkcjonowanie populacji wiewiórki pospolitej na terenach o różnym stopniu przekształcenia antropogenicznego – w rezerwacie leśnym i parku miejskim”

“ Functioning of red squirrel population in areas under different levels of anthropopression – in a forest reserve and an urban park”

### **Formalne aspekty rozprawy**

Podstawę formalno-prawną opracowania recenzji rozprawy doktorskiej stanowi postanowienie Rady Dyscypliny Nauki Leśne Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie z dnia 22 października 2024 roku.

Recenzowana rozprawa doktorska powstała pod opieką Prof. SGGW dr. hab. Dagny Krauze - Gryz (promotor) w Samodzielnym Zakładzie Zoologii Leśnej i Łowiectwa Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. Badania terenowe przeprowadzone zostały na obszarze dwóch terenów zielonych usytuowanych w Warszawie różniących się stopniem przekształcenia antropogenicznego: w parku miejskim (Muzeum Łazienki Królewskie) oraz w rezerwacie leśnym (Rezerwat Przyrody Las Natoliński. Badania zawarte w doktoracie zostały częściowo dofinansowane przez Wydział Leśny SGGW w Warszawie z grantu dla młodych naukowców oraz Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy.

Rozprawa napisana jest w języku polskim z angielskim streszczeniem, ma formę zbioru dwunastu tematycznie powiązanych ze sobą rozdziałów, w skład których wchodzi trzy opublikowane już artykuły i jeden maszynopis pracy wysłanej do druku. Wszystkie cztery wymienione prace opatrzone są wstępem i abstraktem, a opublikowano je w następujących czasopismach naukowych:

- 1) *Hystrix the Italian Journal of Mammalogy*, 2021, 32(2):159–164.  
<https://doi.org/10.4404/hystrix-00476-2021>.  
**Beliniak A.**, Krauze-Gryz K., Jasińska K., Jankowska K., Gryz J.  
Contrast in daily activity patterns of red squirrels inhabiting urban park and urban forest.  
(IF: 1,5; 140 pkt)
- 2) *Animals*, 2022, 12(23): 3246  
<https://doi.org/10.3390/ani12233246>.  
**Beliniak A.**, Gryz J., Klich D., Jasińska K., Krauze-Gryz D.  
Body Condition and Breeding of Urban Red Squirrels: Comparison of Two Populations Affected by Different Levels of Urbanization.  
(IF: 3,0; 100 pkt)
- 3) *PLoS ONE* 2024, 19(5): e0302933.,  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0302933>  
**Beliniak A.**, Gryz J., Klich D., Łopucki R., Sadok I., Ożga K., Jasińska K.D., Ścibior A., Gołębiowska D., Krauze-Gryz D.  
Long-term, medium-term and acute stress response of urban populations of Eurasian red squirrels affected by different levels of human disturbance.  
(IF: 3,7, 100 pkt)
- 4) Maszynopis  
Jackowiak M., Krauze-Gryz D., **Beliniak A.**, Jasińska K. D., Gryz J., Żyfka-Zagrodzińska E., Matracka A.  
The heavy burden of city life: factors affecting mercury bioaccumulation in urban red squirrels.

Cykl ten obejmuje trzy artykuły naukowe opublikowane w latach 2021 – 2024 i jeden maszynopis pracy. Czasopisma, w których opublikowano wyniki badań znajdują się w bazie Journal Citation Report. W trzech opublikowanych już pracach Doktorantka jest pierwszym autorem, a w jednej pracy złożonej do druku, jest autorem korespondencyjnym. Niestety, nie można określić Jej udziału procentowego w każdej z przedłożonych prac. Według oświadczeń i opisu zawartego w publikacjach, wkład Pani mgr Agaty Beliniak we wszystkie prezentowane w rozprawie prace polegał zarówno na tworzeniu koncepcji badań i metodyki prac, zbieraniu

danych, przygotowaniu bazy danych, przygotowaniu oryginalnego manuskryptu, jego recenzowaniu i edycji oraz pozyskaniu finansowania, co jednoznacznie wskazuje, że prace te mogą stanowić podstawę osiągnięcia naukowego Doktorantki.

### **Ocena naukowego znaczenia rozprawy**

Urbanizacja jest jedną z najszybciej zachodzących i najbardziej rozpowszechnionych zmian środowiskowych wywołanych przez człowieka, wynikających z przekształcania obszarów naturalnych, w miejsca pokryte sztucznymi powierzchniami i odmiennym środowiskiem. Działania te skutkują utratą gatunków wrażliwych i homogenizacją środowiska, a krajobrazy miejskie są do siebie bardziej podobne, niż do naturalnych ekosystemów, które zastępują. Takie nowe, zurbanizowane środowiska życia stanowią szczególne wyzwania dla licznych organizmów. Przykładami takich nowych wyzwań przed którymi stoją mieszkańcy miast są między innymi: wysoki poziom zakłóceń ze strony ludzi, fragmentacja i utrata siedlisk, odmienna dostępność zasobów, obecność obcych/nowych gatunków, obecność nowych drapieżników i odmienny przestrzenno – czasowy krajobraz strachu, konkurencji, pasożytów, zanieczyszczenie środowiska (światłem, hałasem, metalami ciężkimi, środkami ochrony etc.) i uszczelnienie gleby.

Warto pamiętać, że urbanizacja jest gwałtowną zmianą środowiskowych wywołaną przez człowieka (HIREC, ang. human-induced rapid environmental change), w wyniku której na całym świecie obserwuje się nagły spadek różnorodności biologicznej. Są jednak nieliczne gatunki, które dobrze sobie radzą w środowiskach miejskich i występują tam w dużych ilościach. Dlatego tereny zurbanizowane nazywa się często „miejskimi laboratoriami”, których eksploracja przyczynić się może do lepszego zrozumienia podstawowych procesów ewolucyjnych i kluczowych koncepcji teoretycznych. W związku z tym, podstawowym celem obecnych badań ekologicznych i ewolucyjnych jest wskazanie tych czynników, które mogą mieć wpływ na sukces gatunków zwierząt żyjących w miastach.

Reakcje behawioralne na HIREC są prawdopodobnie kluczowym czynnikiem wpływającym na sukces kolonizacji miast, ponieważ to typ zachowania determinuje sposób w jaki osobniki wchodzi w interakcje z otoczeniem. Wpływa on bowiem zarówno poziom ryzyka na jakie narażony jest konkretny osobnik, jak i ekspozuje go na istniejące oraz nowe wyzwania. Wyniki badań porównujące zachowania osobników tych samych gatunków zamieszkujących miasta i środowiska pozamiejskie wskazują, że mieszkańcy miast lepiej znoszą zaburzenia, są odważniejsi i bardziej agresywni lub terytorialni niż mieszkańcy spoza terenów



zurbanizowanych, a także wykazują odmienne wzorce aktywności. Chociaż istnieje wiele dowodów na to, że udana kolonizacja siedlisk miejskich związana jest z wewnątrzgatunkowymi zmianami behawioralnymi, to jednak mechanizmy leżące u ich podstaw wciąż pozostają niejasne. Dwa główne czynniki są zazwyczaj wskazywane jako potencjalne nośniki napędzające różnice w reakcjach behawioralnych na zakłócenia antropogeniczne: (a) wyższa elastyczność behawioralna (odwracalna plastyczność fenotypowa) u osobników miejskich lub (b) ewolucyjna zmiana poprzez selekcję rozbieżną lub nielosowy przepływ osobników.

Pomimo faktu, że badania dotyczące procesów synurbizacji zwierząt w miastach są prowadzone od wielu lat, to jednak w związku z gwałtownym wzrostem powierzchni miast, ten aspekt ekologii zwierząt żyjących w miastach staje się coraz bardziej popularny, wzrasta więc liczba badań i prac z tego zakresu. Tym samym przedstawione w rozprawie prace są ciekawe i nowatorskie oraz dobrze wpisują się w obecny trend badań ekologiczno – ewolucyjnych i ochroniarskich.

W przedstawionej mi do recenzji rozprawie Doktorantka, za gatunek modelowy do badań wpływu antropopresji wybrała wiewiórkę pospolitą (*Sciurus vulgaris*), która jest tzw. gatunkiem synurbijnym i z powodzeniem zasiedla siedliska miejskie. Ten nadrzewny mały gryzoń pierwotnie związany był ze środowiskiem leśnym i wtórnie przystosował się do życia w mieście. Główny pokarm tego ssaka stanowią nasiona i orzechy, jednak jako generalista pokarmowy może on z powodzeniem wykorzystywać szerokie zasoby pokarmu jakie oferuje miasto. Z przeprowadzonych wcześniej prac wiadomo, że dostępność i rozmieszczenie pokarmu wpływają na demografię populacji wiewiórek, a także na wielkość areatów osobniczych, masę ciała i rozród. Wiewiórki miejskie wykazują również adaptacje behawioralne do środowisk przekształconych przez człowieka, na przykład poprzez zmianę swoich zachowań anty-drapieżniczych i/lub wzorców aktywności dobowej i sezonowej. W związku z faktem, że zwierzęta te cieszą się sympatią społeczeństwa, bardzo często na terenach zurbanizowanych są one dokarmiane są przez ludzi, korzystają też z karmników dla ptaków.

Pomijając ciekawe poznawcze aspekty ewolucyjne przystosowania się nadrzewnych leśnych gatunków ssaków do zmian antropogenicznych i warunków miejskich, tereny zielone znajdujące się w granicach miast stanowią ważną ostoję dla tego gatunku i pełnią istotną rolę w jego ochronie. W związku z powyższym uważam, że przedłożona mi do recenzji praca jest

ciekawa i zaskakuje pozytywnie zarówno pomysłowością eksperymentalną, jak i głębią dociekań.

Głównym celem pracy było przeanalizowanie i porównanie populacji wiewiórek zamieszkujących to samo miasto (Warszawę), ale skontrastowanych pod kątem poziomu antropopresji: park miejski (silna antropopresja) oraz rezerwat leśny (słaba antropopresja).

Cele badań postawione w rozprawie przez Doktorantkę były następujące:

- 1) Określenie wpływu antropopresji na dobowy i sezonowy wzorzec aktywności wiewiórek. Założono, że osobniki żyjące w mało zmienionym środowisku (rezerwat leśny), przy minimalnej obecności ludzi, prezentują typowy wzorzec aktywności dla gatunku w jego naturalnym środowisku. Podczas gdy, wiewiórki z parku dostosowują swą aktywność do obecności ludzi dostarczających pokarm;
- 2) Zweryfikowanie roli dodatkowego pokarmu jako czynnika modyfikującego masę ciała i kondycję osobników. Zakładano, że dokarmianie wiewiórek w parku zwiększy ich masę ciała i kondycję, co wpłynie na wcześniejszy rozród dokarmianej populacji;
- 3) Zweryfikowanie założenia wskazującego na silny pozytywny związek poziomu antropopresji ze stresem jakim poddawane są osobniki. W związku z czym założono, iż wiewiórki żyjące w parku miejskim będą poddane wyższemu stresowi w przeciwieństwie do zwierząt żyjących w mało zmienionym środowisku, jakim jest rezerwat leśny;
- 4) Rozkład zanieczyszczeń powiązany jest z poziomem antropopresji i lokalizacją populacji w obrębie miasta (odległością od źródeł zanieczyszczeń). Wiewiórki zamieszkujące park w centrum miasta są bardziej narażone na zanieczyszczenia, dlatego będą się charakteryzowały wyższym stężeniem zawartości rtęci niż wiewiórki żyjące poza ścisłym centrum, w rezerwacie leśnym. W związku z faktem, że rtęć podlega bioakumulacji, poziom zanieczyszczenia rtęcią poszczególnych osobników będzie zależał od ich wieku i kondycji.

Do najważniejszych zalet zastosowanego w rozprawie podejścia badawczego należą:

- 1) Analiza zróżnicowania zachowań nadrzewnych, chętnie bytujących w mieście, gryzoni jakimi są wiewiórki pospolite w kontekście potencjalnego wpływu antropopresji.
- 2) Próba oszacowania wpływu dodatkowego pokarmu na parametry osobnicze (masa ciała i kondycja) i populacyjne (czas rozpoczęcia rozrodu) wiewiórki pospolitej.
- 3) Eksperymentalne podejście do analizy parametrów stresu poszczególnych osobników wiewiórki żyjących w skontrastowanych pod względem antropopresji środowiskach.



## Omówienie publikacji wchodzących w skład rozprawy

W pierwszym rozdziale (praca opublikowana w czasopiśmie *Hystrix, the Italian Journal of Mammalog*) Doktorantka, w oparciu w analizę zdjęć z otrzymanych z fotopułapek wykazała, że wzorzec aktywności dobowej wiewiórek charakteryzował się nie tylko wyraźną zmiennością sezonową, ale różnił się także pomiędzy analizowanymi terenami badań. Wiewiórki w rezerwacie leśnym (niski poziom antropopresji) prezentowały bimodalny wzorzec aktywności, typowy dla pozamiejskich populacji, z dwoma szczytami aktywności: po wschodzie i przed zachodem słońca. Natomiast osobniki z parku (wysoki poziom antropopresji) prezentowały pojedynczy szczyt aktywności, rozpoczynający się kilka godzin po wschodzie słońca i trwający do południa. Według Autorów, przyczyną zmiany wzorca aktywności przez wiewiórki zamieszkujące park było dostosowanie aktywności do obecności ludzi odwiedzających ten park, a tym samym do zdobycia dodatkowego pokarmu.

Odnotowano także różnice w sezonowej aktywności tych zwierząt pomiędzy dwoma terenami badań. W parku częstość rejestracji wiewiórek była najmniejsza latem, a najwyższa zimą, a w rezerwacie leśnym obserwowano odwrotną tendencję. Obserwowana wysoka aktywność wiewiórek zimą wydaje się dość zastanawiająca, ponieważ sprzeczna jest ze znanym z literatury wzorcem aktywności sezonowej. W czasie niskich temperatur wiewiórki ograniczają swoją aktywność i odpoczywają w gniazdach by unikać strat energii. Według Autorów przyczyną wysokiej aktywności zimowej wiewiórek były dostępność antropogenicznego pokarmu w okresie zimowym.

W rozdziale drugim (praca opublikowana w czasopiśmie *Animals*), Doktorantka stosując metodę odłowów żywołownych (CMR), porównała masy ciała, kondycję oraz aktywność płciową wiewiórek zasiedlających rezerwat leśny oraz park miejski. Przy czym na wstępie założyła, że dokarmiane przez cały rok osobniki żyjące w parku miejskim, powinny charakteryzować się wyższą masą ciała i lepszą kondycją w porównaniu do osobników żyjących w rezerwacie leśnym, w którym nie występowały dodatkowe źródła pokarmu. Na podstawie analizy 142 osobników (36 z rezerwatu leśnego oraz 106 z parku) wykazano, że w przeciwieństwie do założonej hipotezy, wiewiórki nie mające dostępu do dodatkowego pokarmu (zamieszkujące rezerwat leśny) były cięższe oraz charakteryzowały się lepszą kondycją ciała w porównaniu do wiewiórek z parku miejskiego. Jednym z możliwych wytłumaczeń zaobserwowanych różnic wskazanych przez Autorów mogła być silna konkurencja międzyosobnicza, wynikająca z wysokiego zagęszczenia populacji w parku

miejskim (1,05-1,89 os./ha w parku vs 0,2-0,28 os./ha w rezerwacie). Nie jest wykluczone także, że był to efekt całorocznego dostępu wiewiórek do pokarmu w parku, a tym samym brak konieczności gromadzenia tkanki tłuszczowej przed zimą. Jednakże pomimo niższej masy ciała i gorszej kondycji wiewiórek zamieszkujących park, udział aktywnych płciowo samic w ich populacji był wyższy (35%) w porównaniu do populacji wiewiórek z rezerwatu (23%). Niezależnie od dostępności dodatkowego pokarmu (terenu badań), zdecydowana większość aktywnych płciowo samic była obserwowana wiosną.

W trzecim rozdziale (opublikowanym w czasopiśmie *PLoS ONE*) Pani Agata ze Współautorami przetestowała wpływ antropopresji na poziom stresu u żyjących w mieście gryzoni nadrzewnych. W badaniu tym Autorzy przeanalizowali reakcje dwóch populacji wiewiórek pospolitych żyjących na terenach w różnym stopniu przekształconych antropogenicznie: wysokim (park miejski) oraz niskim (rezerwat leśny). Reakcje na potencjalnie czynniki stresowe oceniano w trzech perspektywach czasowych: długoterminowej (poziom metabolitów hormonów stresu: kortyzolu i kortyzonu w sierści), średnioterminowej (poziom metabolitów hormonu stresu - kortyzolu w odchodach) i nagłej (częstotliwość oddechów, wskaźnik zaniepokojenia, wokalizacja). Co zaskakujące, populacje wiewiórek żyjące na dwóch terenach o różnym stopniu dotkniętych zaburzeniami antropogenicznymi różniły się wyraźnie jedynie częstotliwością oddechu. Odmienna reakcja wiewiórek z rezerwatu leśnego w przypadku nagłego stresu (wyższa częstotliwość oddechu) najprawdopodobniej była spowodowana ograniczonym kontaktem z ludźmi. Wiewiórki z parku miejskiego reagowały słabiej, ponieważ przyzwyczyły się do bliskiej obecności człowieka. Otrzymane w tym badaniu wyniki wskazują na konieczność przededefiniowania roli stresu w funkcjonowaniu populacji dziko żyjących zwierząt oraz potrzebę stosowania szerokiego zakresu wskaźników i różnych metod analitycznych do oceny wpływu antropogenicznych czynników stresogennych na zwierzęta.

Czwarty i ostatni rozdział (maszynopis złożony do druku), nie jest ściśle powiązany z tematyką zawartą w trzech poprzednich pracach (rozdziałach) oraz z postawionym na wstępie problemem badawczym. Wiąże się jednak pośrednio z czynnikami abiotycznymi, takimi jak zanieczyszczenie środowiska, które mogą mieć wpływ zarówno na kondycję, przeżywalność, tempo mutacji i rozród w populacji wiewiórki pospolitej. W pracy tej Doktorantka i Współautorzy oceniali stężenie rtęci w organizmach wiewiórek, traktując je jako przykład



zaburzenia środowiskowego. Do analizy poziomu kontaminacji wiewiórek posłużono się sierścią pobraną w trakcie odłowów tych zwierząt na terenie rezerwatu leśnego oraz parku miejskiego w Warszawie. Średnia zawartość rtęci w sierści wiewiórek wynosiła 100,65 µg/kg, przy czym zaobserwowano wyraźną różnicę w zawartości tego pierwiastka związaną z wiekiem, u osobników młodocianych była ona niższa niż u dorosłych. Dodatkowo, zawartość rtęci zależała od terenu badań, u osobników z rezerwatu była średnio dwa razy niższa niż w parku miejskim. Zdaniem Autorów tak wyraźna różnica w akumulacji rtęci wynikać może zarówno z zanieczyszczenia środowiska, jak i poziomu zawartości tego pierwiastka w pokarmie. Potwierdzają to zarówno różnice pomiędzy terenami badań, jak i statusu rozrodczego osobników. Najwyższe obserwowane stężenia rtęci stwierdzono u ciężarnych i karmiących samic, co może być związane z wyższym zapotrzebowaniem tych osobników na pokarm.

Wydaje się, że poziom akumulacji rtęci w sierści wiewiórek może być uznany za wskaźnik zaburzeń środowiskowych oraz zanieczyszczenia środowiska.

Reasumując, rozprawa Pani Agaty Beliniak za pomocą dobrze zaplanowanych badań, zastosowania nowoczesnych technik i szerokiego wachlarza prac, w ciekawy sposób analizuje wpływ antropopresji na zachowanie i parametry populacji wiewiórek zasiedlających dwa skontrastowane środowiska miejskie. Osobniki pochodzące z populacji żyjącej w środowisku o wysokim stopniu przekształcenia antropogenicznego wykazują szereg zmian, spowodowanych dostosowaniem do warunków środowiska i obecności ludzi. Co pośrednio wskazuje na wysoki potencjał plastyczności behawioralnej u tego gatunku.

### **Uwagi krytyczne pytania i wątpliwości**

Rozumiem olbrzymi zakres prac terenowych niezbędny do zebrania wystarczającej próby dla tak trudnego gatunku jakim jest wiewiórka, ale nie zmienia to faktu, że otrzymane wyniki pochodzą jedynie z dwóch skontrastowanych populacji, które nie zostały niestety powielone (zreplikowane). Nie wiadomo więc tak naprawdę, czy obserwowane wzorce odmiennych zachowań wiewiórek są rzeczywiście efektem antropopresji, czy może związane są z konkretnym miejscem i mają inne podłoże (np. genetyczne). Dodatkowo, w rozprawie często pojawia się stwierdzenie, że populacja wiewiórki zasiedlająca miejski rezerwat leśny przejawia wzorce typowe dla naturalnych populacji. Skąd to wiadomo, skoro nie prowadzono badań w środowisku oddalonym od miasta? Wydaje się, że poza zwiększeniem liczby



analizowanych środowisk do właściwego wnioskowania niezbędne byłoby także monitorowanie kilku populacji wiewiórek żyjących daleko od miasta (populacje naturalne - tzw. kontrola). I dopiero analiza danych zebranych na tych powierzchniach byłaby podstawą do wnioskowania odnośnie do roli antropopresji w zmianach behawioru i funkcjonowania populacji wiewiórki pospolitej. Oczywiście w chwili obecnej jest już za późno na jakiegokolwiek modyfikacje metodyczne, ale mam nadzieję, że moje uwagi pomogą w zaplanowaniu badań w przyszłości.

Cel badań - celem badań nie jest porównanie dwóch populacji wiewiórek zamieszkujących to samo miasto (Warszawę), ale dwa bardzo różniące się od siebie środowiska: park miejski oraz rezerwat leśny. Raczej, celem badań powinna być analiza wpływu antropopresji na behawior i funkcjonowanie populacji gryzoni nadrzewnych, na przykładzie wiewiórki pospolitej.

Teren badań – warto zauważyć, że dwa analizowane w tej rozprawie tereny badań różniły się między sobą nie tylko poziomem antropopresji liczonej liczbą ludzi, ale także odmienną strukturą krajobrazu, zróżnicowanym ryzykiem drapieżnictwa i odmienną dostępnością naturalnego pokarmu. Dlatego, w moim odczuciu brakuje w tej pracy dokładnych analiz dotyczących: struktury krajobrazu, dostępności i rozmieszczenia naturalnego i sztucznego pokarmu, ilości i jakości tego pokarmu, wskaźnika liczby osób odwiedzających park i rezerwat oraz ryzyka drapieżnictwa (np. mierzonego prostą metodą Giving Up Density GUD). Bez takich danych wyciąganie jakichkolwiek wniosków może wydawać się przedwczesne.

- (1) „Contrast in daily activity patterns of red squirrels inhabiting urban park and urban Forest” *Hystrix the Italian Journal of Mammalogy*, 2021, 32(2):159–164.

W pierwszej pracy brakuje informacji metodycznej informującej czytelnika, w jaki sposób rozstawiono fotopułapki na terenach badań, czy znajdowały się one przez cały okres badań w tych samych miejscach, czy też zmieniano ich lokalizacje co np. 2 - 3 tygodnie? Jest to o tyle ważne, że przy tak niewielkiej liczbie fotopułapek (5 szt. na obiekt) zachodzi obawa, że obserwowano wciąż te same osobniki. Problem wielkości próby, czy też liczby obserwowanych (rejestrowanych) osobników jest tutaj niezmiernie ważny, w skrajnym przypadku bowiem rejestrować można zaledwie kilka osobników, których aktywność sezonowa i dobową jest odmienna niż pozostałych osobników w danej populacji. Dlatego moim zdaniem warto by było

wrócić do zebranych danych i sprawdzić, czy te same osobniki przychodziły wciąż do punktów odłowów i na obserwacji jakiej liczby osobników bazuje analiza aktywności sezonowej i dobowej.

Jak już wspomniałem 5 foto-pułapek rejestrujących zachowania zwierząt to bardzo mało, dlatego chciałbym zadać pytanie: czy obserwowano zmienność środowiskową w aktywności osobników? Może się bowiem zdarzyć, np. z uwagi na zmienne ryzyko drapieżnictwa, że w różnych środowiskach wiewiórki mogą mieć różną aktywność dobową i sezonową. Wydaje się, że analizę taką można wykonać na podstawie zebranych wcześniej danych telemetrycznych.

Monitorowano aktywność wiewiórek w miejscach ekspozycji dodatkowego pokarmu, co w pewien sposób mogło wymuszać i modyfikować ich naturalną aktywność. Czy wiadomo, jak wyglądała naturalna aktywność tych zwierząt (tzn. bez dodatkowej przynęty)?

Bardzo cenne byłoby, gdyby Doktorantka do danych o aktywności dodała także informacje o temperamencie konkretnych osobników (ang. personality traits). Jeżeli znakowano odławiane osobniki kolczykami, to dla każdego osobnika można przeanalizować zarówno wskaźnik łowności (liczba złowień/liczba dni schwytania od pierwszej do ostatniej sesji odłowu, w której zwierzę było obecne na badanym obszarze), jak i różnorodności wykorzystania pułapek (liczba różnych pułapek, w których schwytano osobnika/liczba dostępnych pułapek na badanym obszarze). Łowność mierzy tendencję zwierzęcia do podejmowania ryzyka (śmiałość), podczas gdy różnorodność wykorzystania pułapek mierzy chęć odkrywania nowych środowisk (Boon i inni 2008; Boyer i inni 2010, Wauters i inni 2021).

Analizując tabelę 1 powstaje oczywiste pytanie: Dlaczego tak mało zarejestrowano nagrań wiewiórek na terenie parku miejskiego w sezonie letnim? Autorzy próbują wyjaśnić ten wynik następująco:

*„The lowest number of observations in summer may result from high availability of natural food combined with a very high frequency of park visitors (including tourists) during holidays. Squirrels are offered so much food they presumably search for alternate food sources less often.”*

Stwierdzenie to jest jednak mało przekonujące, gdyż wiewiórki w jakiś sposób musiały być aktywne, żeby zbierać pokarm przynoszony przez ludzi, a aktywność ta powinna zostać zarejestrowana. Jeśli bowiem rejestracja aktywności osobników opierała się jedynie na wiewiórkach, które przychodziły do miejsc ekspozycji pokarmu i odłowu, to nie wiadomo niestety, na ile aktywność ta odzwierciedlała naturalną aktywność tych zwierząt poza miejscami odłowu.



Statystyka – proponowałbym używać modeli mieszanych, które są mało czułe na odbieganie rozkładu danych z próby od rozkładu normalnego.

Dyskusja – nie do końca zgadzam się z następującym stwierdzeniem zawartym w dyskusji tłumaczącym zmiany w aktywności dobowej wiewiórek:

*„We suggest that park squirrels shifted their activity to times with higher visitor frequency, which, as-sumingly, increased chances of obtaining supplementary food and may allow for limiting time devoted to food search. This is the first paper that shows changes in the activity patterns of red squirrels in relation to urbanization round-the-year.”*

Otrzymane wyniki wskazujące na wysoką aktywność wiewiórek w parku miejskim wczesnym rankiem, pomiędzy godziną 4 :00 i 8:00 nie potwierdzają sugestii Autorów, jakoby aktywność tych gryzoni była kształtowana przez zwiedzających. Dodatkowo, w badaniach tych nie monitorowano podstawowych czynników, które mogły mieć wpływ na zachowania i aktywność tych zwierząt, takich jak:

- aktywności ludzi,
- ilość i jakość dodatkowego pokarmu, jego dystrybucja czasowo – przestrzenna,
- struktura środowiska i ryzyko drapieżnictwa (metoda GUD),
- rozkładu temperatur, ilości i jakości schronień,
- analizowano tylko 2 lokalizacje - brak replikacji;

Wyniki prezentowane na rycinie 2 skłaniają do zastanowienia się, czy dłuższa aktywność wiewiórek w rezerwacie leśnym w okresie zimowym może wpływać na obserwowane różnice w aktywności?

Jak można zinterpretować brak obserwacji wiewiórek w parku miejskim przed świtem i po zmierzchu? Czy taki wzorzec aktywności może być odpowiedzią na zróżnicowane dobowe ryzyko drapieżnictwa, inne niż w rezerwacie leśnym?

W nawiązaniu do wniosków przedstawionych w tej pracy, chciałbym zaznaczyć, że bez odpowiednich danych empirycznych (nie monitorowano ani aktywności ludzi ani dostępności pokarmu) nie powinno się stawiać hipotezy wskazującej, że za zmianą aktywności wiewiórek w parku stoją ludzie i dodatkowy pokarm.

(2) „Body Condition and Breeding of Urban Red Squirrels: Comparison of Two Populations Affected by Different Levels of Urbanization” *Animals*, 2022, 12(23): 3246.

Po lekturze drugiej pracy pojawia się wątpliwość, czy do analiz masy ciała i kondycji odłowionych osobników uwzględniono wszystkie wiewiórki złowione w latach 2018 – 2019? Jeśli tak, to dlaczego w analizach statystycznych nie uwzględniono roku jako czynnika losowego?

Sezonowa dynamika populacji wiewiórek żyjących w parku miejskim wskazuje na wiosenny (marzec – maj) spadek liczebności w populacji tych gryzoni. Niestety w pracy brakuje odniesienia do tych wyników. Dlatego chciałbym się zapytać, w jaki sposób można wytłumaczyć to zjawisko? Czy może być ono spowodowana emigracją, śmiertelnością, czy też niższą łownością?

Moim zdaniem do analiz dotyczących kondycji i masy ciała należałoby dodać informacje o temperamencie odłowionych osobników (ang. personality traits). Informacja ta pokazałaby dodatkowo, czy odmienne typy behawioralne wiewiórek różnią się między sobą masą ciała i kondycją.

Pewnym wytłumaczeniem niższej masy ciała wiewiórek dokarmianych przez ludzi może być przyzwyczajenie tych zwierząt do dokarmiania i bierne oczekiwanie na pokarm, który przyniosą wizytujący („kult cargo”). Co jest w pewien sposób nieprzewidywalne, zabiera zwierzętom czas na żerowanie i odzwyczajają je od poszukiwania i znajdowania naturalnego pokarmu.

Warto rozważyć i takie wytłumaczenie, że silna antropopresja wymusza niejako odmienne strategie życiowe osobników, które wchodzą w rozród wcześniej, przy niższej masie ciała. Takie odmienne strategie życiowe populacji tłumaczone są najczęściej wysoką śmiertelnością. Czy istnieją informacje, jaki jest średni czas życia wiewiórek w parku, a jaki w rezerwacie leśnym?

(3) „Long-term, medium-term and acute stress response of urban populations of Eurasian red squirrels affected by different levels of human disturbance” PLoS ONE 2024.

W tej pracy nie stwierdzono różnic zarówno w długookresowym, średniookresowym, jak i nagłym (liczba oddechów była wynikiem habituacji do ludzi) stresie osobników zasiedlających dwa skrajne gradienty antropopresji. Po przeczytaniu tej pracy, wciąż się zastanawiam, jaki cel mieli autorzy i czego tak naprawdę oczekiwali? Czy za tym badaniem stało dość oczywiste założenie, że im wyższy poziom urbanizacji środowiska, tym wyższy będzie poziom stresu zamieszkujących je osobników? Należy pamiętać, że dość często zdarza się jednak, że osobniki



zasiedlające środowiska zaburzone charakteryzują się wyższą tolerancją na te zaburzenia – np. na antropopresję. Ponadto, warto wiedzieć, że przy wysokim poziomie fragmentacji i izolacji przestrzennej micro-ewolucja może faworyzować genotypy odporne na stres.

(4) „The heavy burden of city life: factors affecting mercury bioaccumulation in urban red squirrels” Maszynopis.

Ostatnia praca, tak jak pisałem już wcześniej, w niewielkim stopniu łączy się z zagadnieniami poruszonymi w doktoracie i z celem badań. Brakuje w niej jakiegoś tła, kontekstu tej kontaminacji zwierząt rtęcią. Nie wiadomo na przykład, czy wysokie stężenie rtęci w sierści koreluje np. z wysokim poziomem tego pierwiastka w tkankach tych zwierząt. Nie wiadomo także, jakie są wektory przenoszenia zanieczyszczeń w dwóch analizowanych środowiskach czy obecność rtęci w futrze badanych gryzoni związane jest z wysoką zawartością tego pierwiastka w glebie, wodzie, roślinach, czy też pokarmie? Nie wiemy więc, czy różnicowanie w zawartości rtęci odzwierciedla kontaminację środowiska w danej lokalizacji, czy też związane jest raczej ze strukturą środowiska? Na przykład mniejsza kontaminacja rtęcią w środowisku leśnym, a wyższa w środowiskach otwartych. Dodatkowo, znacznie wyższa zawartość rtęci w sierści samic karmiących i ciężarnych, czyli osobników z dużym zapotrzebowaniem energetycznym, pobierających znaczne ilości pokarmu pośrednio wskazuje, że pokarm może być wektorem kontaminacji wiewiórek rtęcią. Nie wiemy tylko jaki to jest rodzaj pokarmu: naturalny czy sztuczny? A co najważniejsze w kontekście ochrony populacji wiewiórki w miastach, nie wiadomo jaki wpływ na populację tych zwierząt ma wysoka zawartość rtęci w ich organizmie? Pomimo dwukrotnie wyższej zawartości rtęci w populacji wiewiórki zasiedlającej park miejski, w porównaniu do rezerwatu leśnego, stwierdzono tam znacznie wyższe zarówno parametry rozrodu, jak i zagęszczenia tych ssaków. Co ciekawe, porównując zagęszczenia populacji wiewiórki w parku miejskim sprzed wielu lat i obecnie, daje się zauważyć wyraźny trend wzrostowy. Jak zatem można tłumaczyć wpływ wysokiego poziomu zawartości rtęci na populację tych zwierząt?

Boon AK, Réale D, Boutin S (2008) Personality, habitat use, and their consequences for survival in North American red squirrels *Tamiasciurus hudsonicus*. *Oikos* 117:1321–1328. <https://doi.org/10.1111/j.0030-1299.2008.16567.x>

Boyer N, Réale D, Marmet J, Pisanu B, Chapuis J-L (2010) Personality, space use and tick load in an introduced population of Siberian chipmunks *Tamias sibiricus*. *J Anim Ecol* 79:538–547. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2656.2010.01659.x>

Wauters, L.A., Mazzamuto, M.V., Santicchia, F. et al. Personality traits, sex and food abundance shape space use in an arboreal mammal. *Oecologia* 196, 65–76 (2021). <https://doi.org/10.1007/s00442-021-04901-2>

## Wniosek końcowy

Chciałbym podkreślić, iż wymienione wyżej niedociągnięcia i/lub wątpliwości nie umniejszają wartości naukowej rozprawy i są w dużej części dyskusją otrzymanych wyników. Przedstawione uwagi i opinie świadczą wyłącznie o tym, że poruszany przez Doktorantkę temat jest niezmiernie ciekawy i pozostawia, jak przystało na interesującą pracę naukową, wiele otwartych pytań, które stanowić będą podstawę przyszłych badań. Podsumowując stwierdzam, iż przedłożona przez mgr Agatę Beliniak rozprawa doktorska „Funkcjonowanie populacji wiewiórki pospolitej na terenach o różnym stopniu przekształcenia antropogenicznego – w rezerwacie leśnym i parku miejskim” (Functioning of red squirrel population in areas under different levels of anthropopression – in a forest reserve and an urban park) jest oryginalnym studium analizującym wpływ antropopresji na plastyczność behawioralną i parametry osobnicze oraz populacyjne u wiewiórki pospolitej zasiedlającej ekosystem miejski. Jak widać po składzie autorskim jest to praca zbiorowa, ale trudno sobie wyobrazić samodzielną pracę o tak szerokim zakresie. Dodatkowo, współpraca, jest doskonałą szkołą pracy zespołowej, bez której trudno jest sobie dzisiaj wyobrazić badania naukowe.

Rozprawa w pełni spełnia wymogi stawiane pracom doktorskim przez obowiązujące w Polsce prawo zwyczajowe i ustawowe, Ustawa z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (tekst jednolity: Dz. U. z 2023 r. poz. 742 z późn. zm.). Wniosuję zatem do Rady Dyscypliny Nauki Leśne Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie o dopuszczenie Pani mgr. Agaty Beliniak do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Zbigniew Borowski

