

## 1. Streszczenie

Urbanizacja w dużym stopniu wpływa na środowisko naturalne, a zwierzęta żyjące na terenach miejskich muszą mierzyć się z warunkami, które mogą być inne niż te spotykane w naturalnych warunkach. Jednym z gatunków, który przystosował się do życia w miastach i osiąga w nich wysokie zagęszczenia populacji jest wiewiórka pospolita *Sciurus vulgaris*. Wiedza na temat funkcjonowania zwierząt w środowiskach poddanych w różnym stopniu antropopresji wciąż jest niewielka. W mojej pracy doktorskiej, składającej się z cyklu publikacji, zostały porównane dwie miejskie populacje wiewiórek, żyjące na terenach różniących się od siebie pod względem przekształcenia antropogenicznego. Jedna populacja zamieszkiwała park miejski w centrum miasta (Łazienki Królewskie w Warszawie), chętnie odwiedzany przez mieszkańców i turystów, a wiewiórki tam są dokarmiane cały rok. Druga badana populacja żyła na terenie leśnego rezerwatu przyrody położonego na obrzeżach miasta i zamkniętego dla odwiedzających (Rezerwat Przyrody Las Natoliński w Warszawie). W skład cyklu publikacji wchodzi cztery artykuły, w których porównywane były m.in.: 1) aktywność dobową i sezonową, 2) kondycja zdrowotna i aktywność płciowa, 3) reakcje na stres (wyrażone kilkoma wskaźnikami) oraz 4) poziom zanieczyszczenia organizmu metalem ciężkim, na przykładzie rtęci. Wykazano szereg różnic pod względem funkcjonowania obu populacji. Wzorzec aktywności dobowej różnił się w zależności od pory roku oraz terenu badań: w rezerwacie wzorzec ten bardziej przypominał tereny pozamiejskie, gdzie widoczne były dwa szczyty aktywności (jeden po wschodzie słońca, a drugi przed zachodem), w parku natomiast wiewiórki prezentowały głównie jeden szczyt aktywności (który zaczynał się po wschodzie słońca i trwał do południa). Wykazano też różnice w kondycji zdrowotnej oraz aktywności płciowej: wiewiórki zamieszkujące park miały niższą masę ciała i gorszą kondycję, choć jednocześnie zaobserwowano tam więcej aktywnych płciowo samic. Nie wykazano natomiast różnic pod kątem reakcji na stres pomiędzy obiema populacjami, choć wiewiórki żyjące w rezerwacie leśnym wykazywały wyższy poziom stresu podczas bezpośredniego kontaktu z człowiekiem (mierzonego częstotliwością oddechu). Na poziom zanieczyszczenia sierści metalem ciężkim (rtęcią) wpływ miały teren badań, płeć oraz status płciowy – wartości te były wyższe u wiewiórek zamieszkujących park oraz u aktywnych płciowo samic.

Wyniki badań przedstawionych w artykułach sugerują, że wiewiórki zamieszkujące tereny o różnym stopniu przekształcenia antropogenicznego różnią się od siebie pod wieloma aspektami – te zamieszkujące rezerwat leśny mają więcej cech wspólnych z populacjami zasiedlającymi

naturalne środowiska, a te z parku miejskiego, funkcjonują odmiennie. Zwierzęta z parku najprawdopodobniej zmodyfikowały swoją aktywność dobową, by dostosować ją do obecności odwiedzających, co zwiększa szanse na zdobycie pokarmu i jednocześnie pozwala na skrócenie czasu potrzebnego na znalezienie odpowiedniej ilości pożywienia. Różnice w masie ciała oraz kondycji mogą być spowodowane dużą konkurencją między osobnikami w populacji o dużym zagęszczeniu (tj. w parku), choć z drugiej strony, stabilny dostęp do pokarmu uzupełniającego przez cały rok może zmniejszać znaczenie zapasów tłuszczu dla przeżycia i sukcesu rozrodczego. Dostępność pokarmu może również skutkować większą liczbą samic aktywnych płciowo i potencjalnie wpływać pozytywnie na rozrodczość. Brak różnic w reakcji na długo i średnioterminowy stres (tj. w poziomie metabolitów hormonów stresu w sierści i odchodach) pomiędzy populacjami wskazuje na podobny wpływ czynników środowiskowych (m.in. pogody, pory roku), a zmniejszona reakcja na bezpośredni kontakt z człowiekiem wiewiórek z parku może wynikać z przyzwyczajenia do jego obecności. Większe zanieczyszczenie sierści metalem ciężkim w populacji wiewiórek zamieszkujących park miejski może być wynikiem zmian w sposobie żerowania (co może mieć bezpośredni wpływ na poziom metali ciężkich w organizmie). Wyniki badań zawartych w czterech artykułach potwierdzają dużą plastyczność wiewiórek pospolitych zamieszkujących obszar o dużej antropopresji oraz dostosowanie się tych zwierząt do specyficznych miejskich warunków. Ponadto wyniki podkreślają rolę miejskich środowisk leśnych jako ważną ostoję (refugium) dla dzikich zwierząt.

Słowa kluczowe: aktywność dobową, aktywność sezonowa, kondycja, masa ciała, *Sciurus vulgaris*, stres, urbanizacja, zaburzenia środowiskowe

## 2. English summary

Urbanization highly affects the environment, and animals living in urban areas encounter conditions that may differ from rural habitats. One of the species that has adjusted to this specific conditions and can reach high population density is the red squirrel *Sciurus vulgaris*. Knowledge of how wildlife cope with this anthropogenic disturbance is still scarce. In this thesis, consisting of a series of papers, two populations of red squirrels inhabiting utterly different habitats are compared. One population lived in an urban park in a city centre (Royal Łazienki Museum in Warsaw), which is popular among inhabitants and tourists, and squirrels have access to supplementary feeding throughout the year. The second population lived in an urban forest reserve (Las Natoliński Nature Reserve), which is closed to the public and located in a suburban area. This thesis consists of four papers, in which, among others, I compared 1) daily and seasonal activity, 2) body condition and sexual activity, 3) reaction to stress, and 4) level of intoxication by heavy metal (mercury). A number of differences between both populations were found. Daily and seasonal activity patterns differed: in the urban forest, activity patterns were similar to rural populations, with two activity peaks (one after sunrise and a second before sunset); in the urban park, squirrels presented mostly one peak of activity (which started after sunrise and lasted until the afternoon). Differences in body condition and sexual activity were also shown: squirrels from the park had lower body mass and worse body condition. At the same time, more sexually active females and more juveniles were observed there. In contrast, there were no differences in terms of stress reaction between the two populations, although squirrels from the urban forest showed higher reactions to stress during direct contact with humans (measured by breath rate). Levels of heavy metal (mercury) contamination in fur were influenced by study area, sex, and sex status – values were higher in squirrels from the urban park and sexually active females. The results suggest that squirrels inhabiting areas of different anthropogenic disturbances may differ in many aspects – those living in an urban forest are similar to populations inhabiting rural habitats. In contrast, those from an urban park show a number of changes. Animals from the park probably have modified their diurnal activity to adjust to the presence of humans visiting the park, which increases the chances of obtaining food and, simultaneously, reduces the time needed to find enough food. Differences in body weight and fitness may be due to high competition between individuals in a high-density population (i.e., urban park). On the other hand, stable access to supplemental food throughout the year may reduce the importance of fat reserves for survival and reproductive success. Food availability may also result in more sexually active females and

potentially positively affect reproduction. The lack of differences in reactions to stress indicates that both populations are similarly subject to environmental stressors (e.g., weather, season), and the reduced response to direct contact with humans of park squirrels may be due to habituation to their presence. Higher heavy metal contamination may be due to changes in foraging patterns. The results of the studies included in the four articles confirm the high plasticity of red squirrels living in environments affected by anthropopression and the adjustment of these animals to specific urban conditions. In addition, the results highlight the role of urban forests as important refuges for wild animals, where their populations may remain relatively natural.

Keywords: body mass, daily activity, condition, environmental disturbances, hormone stress metabolites, seasonal activity, *Sciurus vulgaris*, stress, urbanization.