

UNIWERSYTET ZIELONOGÓRSKI
WYDZIAŁ NAUK BIOLOGICZNYCH

mgr Anna Bator-Kocoł

Tytuł rozprawy: Wpływ warunków mikroklimatycznych na skład gatunkowy i strategię hibernacji nietoperzy Chiroptera w rezerwacie „Nietoperek”

Promotor: prof. dr hab. Grzegorz Gabryś

Promotor pomocniczy: dr inż. Jan Cichocki

STRESZCZENIE

Hibernacja nietoperzy jest stosunkowo dobrze przebadanym procesem zarówno pod względem fizjologicznym jak i ekologicznym. Wciąż jednak niewiele wiadomo na temat tego w jaki sposób warunki mikroklimatyczne zimowisk wpływają na zachowanie tych ssaków w trakcie całego okresu hibernacji. Celem rozprawy doktorskiej jest określenie zależności pomiędzy strategią hibernacji poszczególnych gatunków, a warunkami mikroklimatycznymi panującymi w zimowisku. Niektóre gatunki nietoperzy tworzą klastry jednogatunkowe, a inne nietoperze wyraźnie chętniej hibernują w klastrach mieszanych z innymi gatunkami. Dla wyjaśnienia znaczenia powyższych czynników realizowano następujące cele badawcze: 1) określenie w jakim stopniu poszczególne gatunki nietoperzy grupują się w klastry w okresie hibernacji; 2) określenie czynników wpływających na tworzenie klastrów przez nietoperze oraz różnic międzygatunkowych w tym zakresie; 3) określenie preferencji odnośnie warunków mikroklimatycznych u poszczególnych hibernujących gatunków nietoperzy; 4) określenie wpływu ekspozycji nietoperzy na przepływ powietrza na wybór miejsca hibernacji.

Badania prowadzono w latach 2015-2018 w na tzw. odcinku wjazdowym w podziemiach rezerwatu przyrody „Nietoperek”. W trakcie badań terenowych odnotowywano wszystkie gatunki nietoperzy, wielkość i skład gatunkowy grup oraz ich lokalizację. Mikroklimat podziemi badano przy pomocy loggerów temperatury i wilgotności, rozmieszczonych na sześciu sekcjach odcinka badawczego oraz anemometru termicznego. Odnotowywano kierunek przepływu powietrza. Zbadano różnice mikroklimatu pomiędzy odcinkami oraz przedstawiono dynamikę liczebności gatunków nietoperzy.

Na odcinku badawczym zidentyfikowano dziewięć gatunków nietoperzy: nocek duży *Myotis myotis*, nocek Bechsteina *Myotis bechsteinii*, nocek Natterera *Myotis nattereri*, nocek Brandta

Myotis brandtii, nocek łydkowłosy *Myotis dasycneme*, nocek rudy *Myotis daubentonii*, mroczek późny *Eptesicus serotinus*, gacek brunatny *Plecotus auritus*, mopek zachodni *Barbastella barbastellus*. Zbadano preferencje poszczególnych gatunków do hibernacji w klastrach oraz do hibernacji w grupach wspólnie z innymi gatunkami. Przeanalizowano dynamikę tworzenia klastrów oraz wpływ zmian warunków mikroklimatycznych siedliska na zmianę zachowania w kierunku tworzenia klastrów. Sprawdzono różnice pomiędzy gatunkami w tworzeniu klastrów na ścianie i w niszach. Określono różnice między gatunkami w temperaturze otoczenia, w której hibernowały w trzech fazach hibernacji (listopad-grudzień, styczeń-marzec, kwiecień-maj). Zbadano wpływ zmian kierunku przepływu powietrza na lokalizację nietoperzy na poprzecznych legarach na odcinku badawczym. Warunki mikroklimatyczne na badanym odcinku rezerwatu Nietoperek wykazywały duże wahania w obrębie każdego sezonu. Średnie wartości temperatury powietrza i wilgotności powietrza różniły się między sezonami oraz między sekcjami.

Badane gatunki nietoperzy wykazywały zróżnicowaną dynamikę liczebności w obrębie sezonu. Najdłużej hibernowały nocek duży i nocek Brandta (listopad-maj), a najkrócej mopek zachodni i gacek brunatny. Nocek Natterera i nocek Brandta wykazywały największe wahania liczebności pomiędzy kontrolami. Wyróżniono gatunki, które wyraźnie preferują hibernację pojedynczo: mroczek późny (94%), gacek brunatny (90.2%), nocek łydkowłosy (74.4%) oraz takie, które preferują hibernację w klastrach: nocek duży (97.3%), mopek zachodni (75.8%), nocek Natterera (88.4%) i nocek Bechsteina (81%). Nocek rudy i nocek Brandta częściej pojedynczo, ale tworzyły też niewielkie klastry. Nocek duży i mopek zachodni preferowały hibernację w klastrach jednogatunkowych, nocki Natterera i Bechsteina w klastrach z innymi gatunkami. Wyniki są zgodne z hipotezą zakładającą, że są gatunki nietoperzy, które preferują hibernację pojedynczo oraz takie, które najczęściej hibernują w klastrach.

Wyróżniono również gatunki, które hibernowały częściej z jednymi gatunkami, a rzadziej z innymi. Z nockiem dużym, nockiem rudym i nockiem Brandta hibernowały wszystkie pozostałe gatunki nietoperzy. Potwierdza to hipotezę zakładającą, że skład gatunkowy klastrów nietoperzy nie jest losowy.

Wszystkie analizowane gatunki wykazują w obrębie sezonu zróżnicowaną tendencję do tworzenia klastrów. W przypadku nocka dużego, nocka rudego i nocka Natterera prawdopodobieństwo zmiany zachowania osobników w kierunku gromadzenia się w klastry pokrywa się ze spadkiem średniej temperatury i wilgotności powietrza zimowiska oraz

wzrostem wahań tych parametrów. U gacka brunatnego i mopka zachodniego zależność taka zaznacza się wyłącznie w styczniu i lutym, a u nocka Brandta nie zauważono wyraźnych prawidłowości. Wyniki potwierdzają hipotezę zakładającą, że liczebność nietoperzy zgromadzonych w klastrach wykazuje dynamikę w całym sezonie hibernacji.

Wykazano różnice pomiędzy gatunkami w tendencji do tworzenia klastrow na ścianie i klastrow osłoniętych i nieosłoniętych. U nocka dużego w początkowej fazie hibernacji przeważały osobniki klastrujące w niszach i stopniowo w trakcie sezonu tendencja zmieniała się stopniowo w kierunku zwiększania udziału nietoperzy klastrujących swobodnie na ścianie. Odwrotną prawidłowość zaobserwowano dla nocka rudego. Nocek Natterera i mopek zachodni tworzyły klastry przez cały okres hibernacji głównie w niszach, a nocek Brandta głównie na ścianie. Odrzucono hipotezę zakładającą, że klastrowanie w niszach lub na ścianach jest niezależne od momentu w okresie hibernacji.

Wykazano istotną różnicę średnich temperatur otoczenia pomiędzy gatunkami dla całego sezonu badawczego. Analizując temperatury preferowane przez gatunki z podziałem na trzy fazy hibernacji wykazano różnice zarówno między gatunkami, jak i w obrębie gatunków pomiędzy fazami hibernacji (nocek duży, rudy, Brandta, Natterera). W przypadku nocka dużego, gacka brunatnego i mopka zachodniego stwierdzono podział na dwie grupy hibernujące w niższej i wyższej temperaturze. Nie potwierdzono zatem hipotezy zakładającej, że poszczególne gatunki nietoperzy w trakcie całego okresu hibernacji przebywają w stałym zakresie temperatur.

Zaobserwowano zmiany w preferowanej lokalizacji zajmowanej przez nietoperze na stalowych legarach umiejscowionych poprzecznie do przebiegu korytarza. Zmiany te były zależne od zmian kierunku przepływu powietrza. Potwierdza to hipotezę zakładającą, że nietoperze unikają bezpośredniej ekspozycji na ciąg przepływającego powietrza.

UNIVERSITY OF ZIELONA GÓRA
FACULTY OF BIOLOGICAL SCIENCES

mgr Anna Bator-Kocoł

Title of PhD dissertation: Influence of microclimatic conditions on the species composition and hibernation strategy of bats Chiroptera in the "Nietoperek" reserve

Dissertation supervisor: prof. dr hab. Grzegorz Gabryś

Auxiliary supervisor: dr inż. Jan Cichocki

SUMMARY

Bat hibernation is physiologically and ecologically relatively well-studied process. However, little is still known about how the microclimatic conditions of wintering sites affect the behaviour of these mammals throughout the hibernation period, i.e. how bats regulate microclimatic conditions they hibernate in. The aim of this thesis is to determine the relationship between the hibernation strategy of individual species and the microclimatic conditions at the wintering site. Some bat species form single-species clusters, while other are clearly more likely to hibernate in mixed clusters with other species. To clarify the importance of the above factors, the aims of the thesis were: 1) To determine the extent to which individual bat species form clusters during the hibernation period. 2) To identify factors influencing clustering by bats and interspecies differences in clustering tendencies. 3) To identify preferences for microclimatic conditions in individual hibernating bat species. 4) To determine the effects of bat exposure to air flow on hibernation site selection.

Surveys were conducted in 2015-2018 in the so-called "entrance section" in the underground of the "Nietoperek" nature reserve. During the field surveys, all bat species, the size and species composition of the clusters and their location were recorded. Microclimate was studied by using temperature and humidity data loggers, distributed over six sections of the study site, and a thermal anemometer. The air flow direction was recorded. Microclimate differences between sections were investigated and the dynamics of bat species abundance were presented.

There were identified nine bat species in the study section: greater mouse-eared bat *Myotis myotis*, Bechstein's bat *Myotis bechsteinii*, Natterer's bat *Myotis nattereri*, Brandt's nightjar *Myotis brandtii*, pond bat *Myotis dasycneme*, Daubenton's bat *Myotis daubentonii*, serotine bat *Eptesicus serotinus*, brown long-eared bat *Plecotus auritus*, western barbastelle

Barbastella barbastellus. The preference of individual species to hibernate in clusters and to hibernate in groups together with other species was investigated. The dynamics of cluster formation and the effect of changes in microclimatic conditions of the habitat on the change in behaviour towards cluster formation were analysed. Differences between species in cluster formation on the wall and in niches were tested. Differences between species in the ambient temperature at which they hibernated during the three hibernation phases (November-December, January-March, April-May) were determined. The effect of changes in the direction of airflow on the location of bats on transversely placed steel joists in the study section was investigated. Microclimatic conditions in the study section of "Nietoperek" reserve showed large variations within each season. The mean values of air temperature and humidity varied between seasons and sections.

Each bat species showed different dynamics of abundance within a season. Greater mouse-eared bat and Brandt's bat hibernated for the longest period (November-May), while western barbastelle and brown long-eared bat hibernated for the shortest time. Natterer's bat and Brandt's bat showed the greatest fluctuations in abundance between field visits. There were species that clearly prefer to hibernate solitary: serotine bat (94%), brown long-eared bat (90.2%), pond bat (74.4%) and those that prefer to hibernate in clusters: greater mouse-eared bat (97.3%), western barbastelle (75.8%), Natterer's bat (88.4%) and Bechstein's bat (81%). Daubenton's bat and Brandt's bat were more likely to hibernate solitary, but also formed small clusters. Greater mouse-eared bat and western barbastelle preferred to hibernate in single-species clusters, Natterer's and Bechstein's bats hibernated more mostly in clusters with other species. The results are consistent with the hypothesis that there are bat species that prefer to hibernate singly and those that mostly hibernate in clusters.

A distinction was also made between species that hibernated more frequently with some species and less frequently with others. All other bat species hibernated with the greater mouse-eared bat, Daubenton's bat and Brandt's bat. It supports the hypothesis that the species composition of bat clusters is not random.

All the species analysed show a varying tendency to form clusters within a season. In the case of the greater mouse-eared bat, Daubenton's bat and the Natterer's bat, the probability of a change in the behaviour of individuals towards clustering coincides with a decrease in the mean ambient temperature and humidity of the wintering site and an increase in the variation of these parameters. In the brown long-eared bat and the western barbastelle, this relationship is visible only in January and February, while no clear patterns were observed in the Brandt's

bat. The results are consistent with the hypothesis that the number of bats gathered in clusters shows dynamics throughout the hibernation season.

Differences between species were found in the tendency to cluster in sheltered and unsheltered clusters. In the greater mouse-eared bat, clustering in niches predominated during the initial phase of hibernation and the trend gradually changed during the season towards an increase in the proportion of bats clustering freely on the wall. The reverse pattern was observed for the Daubenton's bat. The Natterer's bat and the western barbastelle formed clusters throughout the hibernation period mainly in niches, while the Brandt's bat mainly on the wall. The hypothesis that clustering in niches or on walls is independent of the moment during the hibernation period was not supported.

There was a significant difference in mean values of ambient temperatures between species for the entire study season. Analysis of the temperatures preferred by species by the three hibernation phases showed differences both between species and within species between the hibernation phases (greater mouse-eared bat, Daubenton's bat, Brandt's bat and Natterer's bat). A division into two fractions hibernating at lower and higher temperatures was found in the greater mouse-eared bat, brown long-eared bat and western barbastelle. The hypothesis that individual bat species stay within a constant temperature range throughout their hibernation period was not supported.

Changes were observed in the preferred location occupied by bats on steel joists positioned transversely to the course of the corridor. These dynamics were dependent on changes in the direction of air flow. It confirms the hypothesis that bats avoid direct exposure to the draft of the flowing air.