

MAŁE SSAKI NAZIEMNE I NIETOPERZE UŻYTKÓW EKOLOGICZNYCH REZERWATU BIOSFERY BORY TUCHOLSKIE

SMALL TERRESTRIAL MAMMALS AND BATS OF ECOLOGICAL LANDS OF THE BORY TUCHOLSKIE BIOSPHERE RESERVE

KRZYSZTOF KOWALSKI
AGATA SOWIŃSKA
NATALIA KALWASIŃSKA
ANNA KOWALCZEWSKA
ANNA PRZYBYLSKA-PIECH
MICHAŁ S. WOJCIECHOWSKI



Słowa kluczowe: *Apodemus*,
bioróżnorodność, gryzonie, *Myodes*,
Myotis, *Neomys*, nietoperze, *Nyctalus*,
Pipistrellus, ryjówka, *Sorex*.

Key words: *Apodemus*, bats, biodiversity,
rodents, *Myodes*, *Myotis*, *Neomys*,
Nyctalus, *Pipistrellus*, shrews, *Sorex*.

Bory Tucholskie stanowią duży kompleks leśny z przeważającym udziałem boru świeżego położony w północnej Polsce. Ich monokulturowy charakter ma istotny wpływ na różnorodność gatunkową fauny i flory. Ponieważ teriofauna, a zwłaszcza małe ssaki, Borów Tucholskich nie została dotąd wystarczająco poznana, podjęto próbę jej zbadania. Inwentaryzację małych ssaków (ryjówkowatych, gryzoni i nietoperzy) przeprowadzono w Sobinach w Rezerwacie Biosfery Bory Tucholskie latem 2022 r., w oparciu o odłowcy w pułapki żywołowne typu „dziekanówka” i stożki oraz kontrole skrzynek dla nietoperzy. Badania przeprowadzono na czterech powierzchniach zlokalizowanych w czterech siedliskach obejmujących: ols i strumień z bujną roślinnością zielną (P1), turzycowisko (P2), las świerkowy (P3) oraz las mieszany z dużym udziałem sosny (P4). Łącznie na wszystkich powierzchniach badawczych odłowiono 193 ssaki ryjówkowate i gryzonie należące do 5 gatunków: ryjówka aksamitna (*Sorex araneus*), ryjówka malutka (*Sorex minutus*), rzęsosek rzeczek (*Neomys fodiens*), myszarka leśna (*Apodemus flavicollis*) i nornica ruda (*Myodes glareolus*). Odłowiono również 4 norniki z rodzaju *Microtus* sp. oraz potwierdzono obecność kreta europejskiego (*Talpa europaea*). Najliczniej odławianymi gatunkami były ryjówka aksamitna i nornica ruda, a najmniej licznym myszarka leśna. Największą różnorodność gatunkową odnotowano w olsie i przy strumieniu (5 gatunków: *S. araneus*, *S. minutus*, *N. fodiens*, *A. flavicollis* i *M. glareolus*), a najniższą w lesie świerkowym (2 gatunki: *S. araneus* i *M. glareolus*). W skrzynkach stwierdzono obecność 5 gatunków nietoperzy: nocka Natterera (*Myotis*

Bory Tucholskie forest is a complex, coniferous forest located in northern Poland. Its monocultural character and dominance of the Scots pine deeply affect the species diversity of fauna and flora. Among vertebrates, small terrestrial mammals have not been sufficiently investigated thus far. To fill this gap, in summer 2022 we studied species richness of small mammals (shrews, rodents and bats) in Sobiny in the Bory Tucholskie Biosphere Reserve. To capture shrews and rodents, we used wooden live box-traps and pitfall that were set in four different habitats: alder forest and river bank with dense vegetation cover (P1), sedges (P2), spruce forest (P3) and mixed forest with a large share of pine (P4). We also controlled bat boxes hanging on the edge of the pine forest to determine the bat diversity at the studied area. In total, we captured 193 shrews and rodents representing 5 species: the common shrew (*Sorex araneus*), the pygmy shrew (*Sorex minutus*), the Eurasian water shrew (*Neomys fodiens*), the yellow-necked mouse (*Apodemus flavicollis*) and the bank vole (*Myodes glareolus*). We also captured 4 individuals of *Microtus* sp. and confirmed the presence of the European mole (*Talpa europaea*). The most numerous terrestrial species were the common shrew and the bank vole, while the rarest was the yellow-necked mouse. We observed the highest species richness in alder forest and along the bank river (P1; 5 species: *S. araneus*, *S. minutus*, *N. fodiens*, *A. flavicollis* and *M. glareolus*), while the lowest in the spruce forest (P3; 2 species: *S. araneus* and *M. glareolus*). We found 5 bat species occupying bat boxes: the Natterer's bat (*Myotis nattereri*), the common noctule (*Nyctalus noctula*), the Nathusius' pipistrelle (*Pipistrellus nathusii*), the soprano pipistrelle (*P. pygmaeus*) and the common pipistrelle

1 | Myszarka leśna *Apodemus flavicollis*
fot. Alexa (pobrane z Pixabay)

nattereri), borowca wielkiego (*Nyctalus noctula*), karlika większego (*Pipistrellus nathusii*), karlika drobnego (*P. pygmaeus*) i karlika malutkiego (*P. pipistrellus*), przy czym najliczniej reprezentowany był nocek Natterera. Wskaźnik różnorodności gatunkowej Shannon–Wienera na badanych powierzchniach był niski lub bardzo niski. Choć wyniki badań wskazują na niską różnorodność gatunkową małych ssaków, większa liczebność ryjówkowatych na obszarach położonych w pobliżu wody wskazuje na obecność w Borach Tucholskich enklaw stanowiących ostaje dla zachowania różnorodności biologicznej małych ssaków, w tym gatunków objętych ochroną.

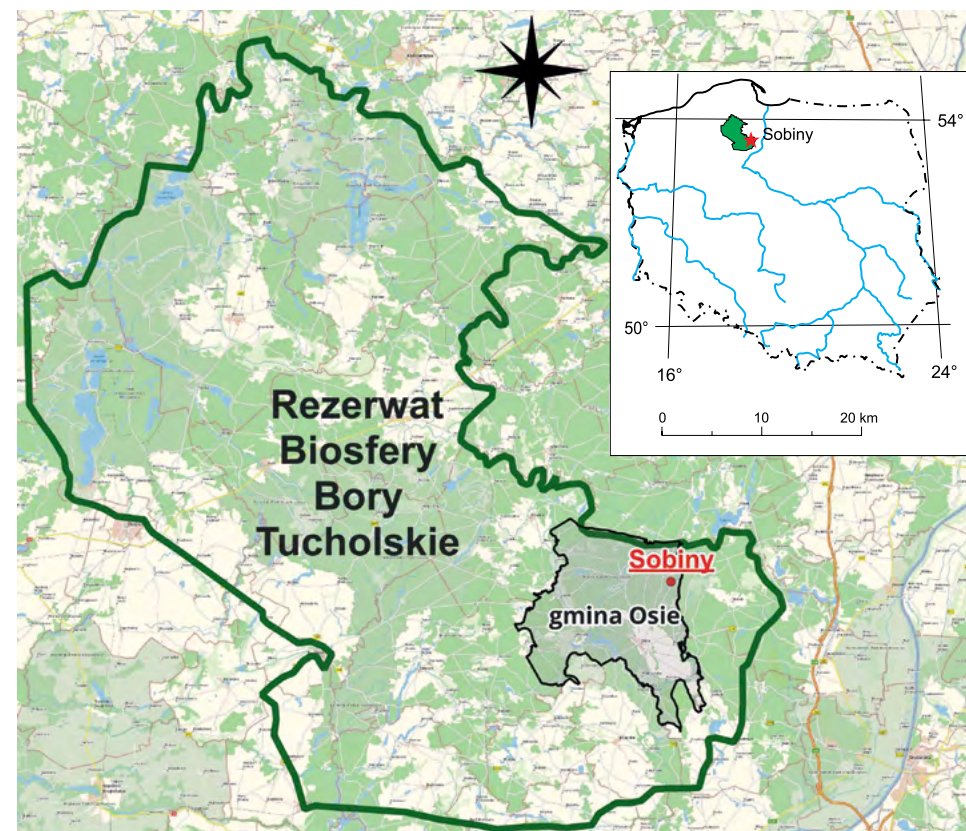
Wstęp

Bory Tucholskie obejmują duży kompleks lasów sosnowych położony w północnej Polsce, z przeważającym udziałem boru świeżego. Mezoregion ten jest niemal w całości pokryty piaszczystymi glebami rdzawymi i bielcowymi, co stanowi dogodne siedlisko dla sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris*) (Nienartowicz i Kunz 2013). Dzisiejszy charakter lasów jest wynikiem uwarunkowań geograficznych oraz wylesień, które nastąpiły w połowie XIX wieku i późniejszych nasadzeń sosny (Rydzikowski i in. 2010). W okolicach zbiorników i cieków wodnych występują gleby torfowe, które warunkują większe zróżnicowanie gatunkowe roślin i obecność drzewostanów liściastych i mieszanych (Nienartowicz i Kunz 2013; Wiśniewski i in. 2021).

Ubogi i monokulturowy charakter Borów Tucholskich może mieć wpływ na niższą różnorodność gatunkową zwierząt, zwłaszcza teriofauny, w porównaniu do innych dużych kompleksów leśnych w Polsce i Europie. Badania inwentaryzacyjne wykazały, że w Borach Tucholskich licznie występują większe ssaki – jelenie (*Cervus elaphus*), sarny (*Capreolus capreolus*), dziki (*Sus scrofa*), lisy (*Vulpes vulpes*), wilki (*Canis lupus*) czy bobry (*Castor fiber*) (Demiaszkiewicz i in. 2007; Rurek i in. 2013; Haidt i Fyał-

(*P. pipistrellus*), with the Natterer's bat being the most numerous bat species at the studied area. The Shannon–Wiener biodiversity index was low for each studied plot. Although our results indicate that diversity of small mammals in Bory Tucholskie Biosphere Reserve is low, habitats located close to the water show higher species richness. This indicates that the enclaves in the Bory Tucholskie forest are refuges for preserving the biodiversity of small mammals.

kowska 2018; Winiecki i Lubińska 2021), jednak w literaturze jest niewiele prac dotyczących fauny małych ssaków Borów Tucholskich. Dane te są również w dużej mierze fragmentaryczne. Za kluczowe dla poznania fauny małych ssaków Borów Tucholskich można uznać dwie prace (Rozhdestvenskaya 1995; Zub 2017). Wśród gryzoni i ssaków ryjówkowatych stwierdzonych w borach sosnowych Rozhdestvenskaya (1995) wymieniła dwa gatunki gryzoni: nornicę rudą (*Myodes glareolus*) i mysz zaroślową (*Apodemus sylvaticus*), oraz dwa gatunki ryjówkowatych, tj. ryjówkę aksamitną (*Sorex araneus*) i ryjówkę malutką (*Sorex minutus*). Zub (2017) odłowił w latach 2014–2016 na terenie Parku Narodowego „Bory Tucholskie” łącznie 11 gatunków małych ssaków, z których najliczniejsze były nornica ruda, mysz leśna (*Apodemus flavicollis*) i nornik północny (*Microtus oeconomus*). W Borach Tucholskich potwierdzono również obecność 13 gatunków nietoperzy: nocka dużego (*Myotis myotis*), nocka Natterera (*M. nattereri*), nocka rudego (*M. daubentonii*), nocka Brandta (*M. brandtii*), nocka łydkowłosego (*M. dasycneme*), karlika malutkiego (*Pipistrellus pipistrellus*), karlika większego (*P. nathusii*), karlika drobnego (*P. pygmaeus*), borowca wielkiego (*Nyctalus noctula*), borowiaczka (*N. leisleri*), gacka brunatne-



2 | Lokalizacja obszaru badań w Sobinach na obszarze Rezerwatu Biosfery Bory Tucholskie
Study area in Sobiny in the Bory Tucholskie Biosphere Reserve

go (*Plecotus auritus*), mroczka późnego (*Eptesicus serotinus*) i mopka zachodniego (*Barbastella barbastellus*) (Ruprecht 1979, 1983; Kasprzyk i Ruczyński 2001; Kasprzyk i Tomaszewski 2008; Ciechanowski i in. 2011; Nienartowicz i Kunz 2013; Ciechanowski i in. 2017).

Choć dominującym elementem w strukturze Borów Tucholskich jest monokultura sosnowa, wzdłuż cieków wodnych spotyka się enklawy przyrodnicze z wyższą różnorodnością flory naczyniowej i zwierząt bezkręgowych (Dombrowicz i in. 2013; Nienartowicz i Kunz 2013; Boiński i Boińska 2020), które mogą stanowić atrakcyjne siedliska z obszerną bazą pokarmową dla małych ssaków. Takie enklawy mogą się odznaczać bardziej złożoną strukturą gatunkową i większą liczebnością ma-

łych ssaków. Celem pracy było określenie struktury gatunkowej oraz analiza różnorodności gatunkowej małych ssaków (ryjówkowatych, gryzoni i nietoperzy) na stanowisku w południowo-wschodniej części Rezerwatu Biosfery Bory Tucholskie.

Charakterystyka terenu badań

Badania inwentaryzacyjne przeprowadzono na obszarze Rezerwatu Biosfery Bory Tucholskie w województwie kujawsko-pomorskim w Sobinach (53°39'44"N, 18°23'44"E), w okolicy Stacji Terenowej Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu (ryc. 2) (powiat świecki, gmina Osie). W niewielkiej od siebie odległości wyznaczono cztery powierzchnie badawcze, charakteryzujące się różną wilgotnością podłoża, dystansem do wody i szatą roślinną.

3 | Powierzchnia P1: ols i Sobińska Struga
Study plot P1: an alder forest and Sobińska Struga river
fot./photo by Natalia Kalwasińska



4 | Turzycowisko na powierzchni badawczej P2 w Borach Tucholskich
Sedges on the study plot P2 in the Bory Tucholskie forest
fot./ photo by Krzysztof Kowalski



Powierzchnia 1 (P1) została wyznaczona w bliskim sąsiedztwie lasu sosnowego i rozległej, skoszonej łąki i obejmowała fragment olsu oraz brzeg Sobińskiej Strugi, porośnięty bujną roślinnością zielną i trzcinami (ryc. 3). Część pułapek (patrz niżej rozdział „Metody badań”) rozstawiona została w ekotonie z turzycami pomiędzy lasem sosnowym a łąką kośną.

Powierzchnia 2 (P2) obejmowała bujne turzycowisko (ryc. 4), graniczące z jednej strony z lasem sosnowo-świerkowym, a z drugiej ograniczone Sobińską Strugą. Część pułapek na tej powierzchni rozmieszczono wzdłuż zadrzewień oddzielających turzycowisko od pobliskiego nieużytku.

Powierzchnia 3 (P3) obejmowała las świerkowy z ubogim runem i podszytem (ryc. 5). Jedną linię pułapek rozstawiono w ekotonie pomiędzy lasem a łąką kośną, a dwie kolejne linie w lesie. Dodatkowo czwarta linia pułapek rozstawiona została wzdłuż Sobińskiej Strugi i oddzielona była od lasu świerkowego wąskim pasem skoszonej łąki.

Powierzchnia 4 (P4) zlokalizowana została w lesie mieszanym (ryc. 6), który w porównaniu do powierzchni 3 charakteryzował się bujniejszym runem i podszytem. Z uwagi na duże zwarcie roślinności w podszytu pułapki na tej powierzchni rozstawione zostały w transekcie pomiędzy drzewami. Część pułapek rozstawiono



5 | Powierzchnia badawcza P3
w lesie świerkowym, Bory Tucholskie.
Na zdjęciu widoczna jest skrzynka
trocinobetonowa dla nietoperzy
Study plot P3 located in a spruce forest,
the Bory Tucholskie forest.
The photo shows a sawdust-concrete
box for bats
fot./photo by Natalia Kalwasińska

6 | Powierzchnia P4: las mieszany,
Bory Tucholskie
Study plot P4: a mixed forest,
the Bory Tucholskie forest
fot./photo by Natalia Kalwasińska



na polanie o suchym podłożu, przy pniach i szczelinach między korzeniami, które potencjalnie mogły służyć za kryjówki dla gryzoni i ryjówkowatych.

Na obrzeżach powierzchni odłowu ssaków lądowych znajduje się 80 skrzynek trocinobetonowych dla nietoperzy, zawieszonych na drzewach na wysokości 2,5–3 m (ryc. 5). Skrzynki zostały zawieszono na krawędzi boru sosnowego z dominacją sosny zwyczajnej (*P. sylvestris*) oraz domieszką świerka (*Picea abies*) i brzozy (*Betula* sp.) 2–3 lata przed rozpoczęciem opisywanych badań.

Metody badań

Metody odłowu gryzoni i ryjówkowatych

Gryzonie i ryjówkowate odławiano za pomocą metody wielokrotnych złowień (ang. *capture-mark-recapture*) przy użyciu drewnianych pułapek żywołownych typu „dziekanówka” (Kowalski i in. 2014). Na każdej powierzchni rozstawiono 40 pułapek w odstępach około 5 metrów. Na powierzchniach 1 i 4 pułapki rozmieszczono w jednej linii, a na powierzchniach 2 i 3 w 4 liniach po 10 pułapek w każdej linii. Na powierzchni 2 jedną linię pułapek stanowiły wkopane w ziemię pułapki żywołowne typu „stożek”. Ten typ pułapek umożliwia odłowienie ssaków o najmniejszej masie ciała (np. ryjówek), które trudniej schwytać w pułapki pudełkowe z uwagi na mniejszą czułość ich mechanizmu zamykającego. W pułapkach umieszczano przynętę, którą stanowiła mielona wołowina (w celu

odłowienia i utrzymania przy życiu ryjówkowatych) oraz płatki owsiane wymieszane z pastą sezamową (w celu odłowu gryzoni).

Odłowy zwierząt prowadzono w godzinach wieczornych i nocnych. Pułapki były aktywowane o godzinie 19:00, a zamykane o 4:00 nad ranem. Kontrole pułapek przeprowadzono co 3 godziny, tj. o 22:00, 1:00 i 4:00. Podczas ostatniego obchodu pułapki były dezaktywowane i zostawiane otwarte podczas dnia. Na powierzchniach 1 i 2 odłowy prowadzone były od 10 do 15 sierpnia 2022 r., a na powierzchniach 3 i 4 od 15 do 20 sierpnia.

Odłowione ssaki znakowano indywidualnie poprzez wystrzyżenie futra w określonych miejscach ciała (ryjówkowate) lub poprzez kolczykowanie (myszy i nornice). Dla każdego zwierzęcia odnotowywano miejsce i godzinę złapania. Po określeniu przynależności gatunkowej i oznakowaniu zwierzęta wypuszczano w miejscu złowienia.

Inwentaryzacja nietoperzy

Inwentaryzację nietoperzy przeprowadzono w oparciu o kontrole zasiedlenia skrzynek trocinobetonowych (ryc. 5). Podczas badań przeprowadzono dwie dzienne kontrole zasiedlenia wszystkich skrzynek przez nietoperze (10 i 16 sierpnia 2022 r., pomiędzy 9:00 a 15:00). Podczas każdej kontroli odnotowywano obecność nietoperzy, ich liczebność oraz przynależność gatunkową. Po zakończeniu kontroli obliczono procent skrzynek zasiedlonych przez nietoperze.



7 | *Nornica ruda* (*Myodes glareolus*)
i ryjówka malutka (*Sorex minutus*)
odłowione w pułapkę żywołowną typu
„stożek”
The bank vole (*Myodes glareolus*)
and the pygmy shrew (*Sorex minutus*)
captured in a pitfall trap
fot./photo by Agata Sowińska

Analiza danych

W celu analizy danych zastosowano i obliczono następujące wskaźniki:

1) **Różnorodność alfa** (ang. α -diversity) – wskaźnik określający liczbę gatunków na danej powierzchni (Kowalski i in. 2014).

2) **Różnorodność beta** (ang. β -diversity) – wskaźnik, za pomocą którego obliczono, które gatunki są unikatowe dla każdej z porównywanych powierzchni. Do obliczeń użyto wzoru: $\beta = (S1 - c) + (S2 - c)$, gdzie $S1$ to liczba gatunków stwierdzonych na pierwszej z porównywanych powierzchni, $S2$ – liczba gatunków na drugiej powierzchni, a c to gatunki wspólne dla porównywanych powierzchni (https://sciencing.com/; Kowalski i in. 2014).

3) **Wskaźnik dominacji (D)** – wskaźnik określający dominację poszczególnych gatunków na każdej powierzchni badawczej. Wskaźnik obliczono za pomocą wzoru: $D = (Na/N) \times 100\%$, gdzie Na to liczba odłowionych osobników danego gatunku, a N to liczba wszystkich odłowionych zwierząt. Dominację poszczególnych gatunków określono na podstawie skali Aulaka

(1970): $D > 30\%$ – gatunek dominujący, $D > 15\%$ – gatunek współdominujący, $D > 5\%$ – gatunek towarzyszący, $D > 1\%$ – gatunek sporadyczny, $D < 1\%$ – gatunek przypadkowy, $D = 0$ – gatunek niespotykany.

4) **Współczynnik różnorodności gatunkowej Shannona–Wienera (H)** – wskaźnik wyliczony za pomocą kalkulatora internetowego (https://purecalculators.com) oraz sklasyfikowany według skali Krebsa (2001), gdzie $H > 1,9$ to bioróżnorodność wysoka, $H = 1,41-1,9$ to bioróżnorodność na poziomie średnim, $H = 1,1-1,4$ to bioróżnorodność niska, $H \leq 1,0$ to bioróżnorodność bardzo niska. Wskaźnik został wyliczony oddzielnie dla ssaków naziemnych i nietoperzy.

Wyniki

Różnorodność gatunkowa gryzoni i ryjówkowatych

Łącznie na wszystkich powierzchniach badawczych odłowiono 193 gryzonia i ssaki ryjówkowate należące do 5 gatunków: nornica ruda (*Myodes glareolus*) (ryc. 7), myszarka leśna (*Apodemus flavicollis*), ryjówka aksamitna (*Sorex araneus*), ryjówka malutka (*Sorex minutus*) (ryc. 7) i rzęsorek rzeczek (*Neomys fodiens*). Odłowiono również 4 norniki *Microtus* sp. (3 osobniki na P3 i 1 na P4), które zostały wyłączone z dalszych analiz z uwagi na trudność w oznaczeniu gatunku i małą liczebność. Najliczniejszymi gatunkami były ryjówka aksamitna i nornica ruda (gatunki dominujące lub współdominujące). Mniej liczne były ryjówka malutka i myszarka leśna oraz

rzęsorek rzeczek (występujący tylko na P1). Na podstawie kretowin potwierdzono obecność kreta europejskiego (*Talpa europaea*), jednak ze względu na brak danych ilościowych nie był on uwzględniany w dalszych analizach.

Najwyższą liczbę gatunków gryzoni i ryjówkowatych odnotowano na P1, czyli w lesie olchowym oraz wzdłuż Sobińskiej Strugi, której brzegi porośnięte były trzcinami i bujną roślinnością zielną (tab. 1), co odzwierciedla najwyższy wskaźnik różnorodności gatunkowej Shannona–Wienera. W skali Krebsa (2001) przyjął on wartość bioróżnorodności niskiej. Najmniejszą liczbę gatunków stwierdzono w lesie iglastym z dużym udziałem świerka i sosny (P3), gdzie wskaźnik różnorodności gatunkowej Shannona–Wienera pozostał na poziomie bardzo niskim (tab. 1). Ryjówka

aksamitna i nornica ruda występowały na wszystkich powierzchniach badawczych. Ryjówka malutka odłowiona została tylko na powierzchniach P1 i P2, a rzęsorek rzeczek tylko na powierzchni P1 wzdłuż Sobińskiej Strugi (tab. 1).

Skład gatunkowy i liczebność gryzoni i ryjówkowatych

Na powierzchni P1 odłowiono 3 gatunki ryjówkowatych i 2 gatunki gryzoni (tab. 2). Najliczniejszym i zarazem dominującym gatunkiem na tej powierzchni była ryjówka aksamitna. Druga pod względem liczebności była nornica ruda i zgodnie ze skalą Aulaka (1970) była gatunkiem współdominującym. Najmniej liczne były ryjówka malutka i myszarka leśna, z kolei nieco bardziej liczny rzęsorek rzeczek został odłowiony tylko na tej powierzchni wzdłuż cieku wodnego.

Tabela 1. Liczba odłowionych osobników poszczególnych gatunków oraz różnorodność gatunkowa ryjówkowatych i gryzoni w Borach Tucholskich

Table 1. The numbers of captured individuals and biodiversity of shrews and rodents in the Bory Tucholskie forest

Powierzchnia Gatunek	Ols i rzeka (P1)	Turzycowisko (P2)	Las świerkowy (P3)	Las mieszany (P4)
Ryjówkowate (Soricidae)				
Ryjówka aksamitna <i>Sorex araneus</i>	47	10	25	5
Ryjówka malutka <i>Sorex minutus</i>	6	11	-	-
Rzęsorek rzeczek <i>Neomys fodiens</i>	13	-	-	-
Gryzonia (Rodentia)				
Myszarka leśna <i>Apodemus flavicollis</i>	6	2	-	1
Nornica ruda <i>Myodes glareolus</i>	25	12	10	20
α-różnorodność	5	4	2	3
β-różnorodność	P1 vs P2: 1 P1 vs P3: 3	P2 vs P3: 2 P2 vs P4: 1	P3 vs P4: 1	P4 vs P1: 2
Wskaźnik Shannona–Wienera	1,314	1,252	0,598	0,644

Tabela 2. Liczba osobników i sumaryczna liczba złowień wszystkich gatunków ryjówkowatych i gryzoni odłowionych w Borach Tucholskich na każdej powierzchni badawczej (P1–P4) wraz ze wskaźnikiem (D) i kategorią dominacji

Table 2. The number of individuals and the total number of catches of shrews and rodents captured in the Bory Tucholskie forest on each study plot (P1–P4). Dominance coefficient (D) and category are provided

Gatunek	Liczba osobników	Liczba złowień	D (%)	Kategoria dominacji
Ols i rzeka (P1)				
<i>Sorex araneus</i>	47	81	48,5	dominujący
<i>Sorex minutus</i>	6	7	6,0	towarzyszący
<i>Neomys fodiens</i>	13	21	13,4	towarzyszący
<i>Apodemus flavicollis</i>	6	6	6,0	towarzyszący
<i>Myodes glareolus</i>	25	79	25,8	współdominujący
	suma: 97	suma: 194		
Turzycowisko (P2)				
<i>Sorex araneus</i>	10	21	28,6	współdominujący
<i>Sorex minutus</i>	11	14	31,4	dominujący
<i>Apodemus flavicollis</i>	2	2	5,7	towarzyszący
<i>Myodes glareolus</i>	12	13	34,3	dominujący
	suma: 35	suma: 50		
Las świerkowy (P3)				
<i>Sorex araneus</i>	25	30	71,4	dominujący
<i>Myodes glareolus</i>	10	22	28,6	współdominujący
	suma: 35	suma: 52		
Las mieszany (P4)				
<i>Sorex araneus</i>	5	5	19,2	współdominujący
<i>Apodemus flavicollis</i>	1	1	3,8	sporadyczny
<i>Myodes glareolus</i>	20	26	76,9	dominujący
	suma: 26	suma: 32		

Na turzycowisku (P2) odłowiono 2 gatunki ryjówkowatych i 2 gryzoni (tab. 2). Najliczniejszymi i zarazem dominującymi gatunkami były ryjówka malutka i nornica ruda. Stosunkowo liczna była też ryjówka aksamitna. Najmniej liczna była myszarka leśna.

Na powierzchni P3 odłowiono tylko 2 gatunki, w tym 1 gatunek ryjówki i 1 gatunek gryzonia (tab. 2). Ryjówka aksamitna była gatunkiem dominującym, a nornica ruda współdominującym.

W lesie mieszanym (P4) odłowiono 1 gatunek ryjówki i 2 gatunki gryzoni (tab. 2). Najliczniejszym i zarazem dominującym

gatunkiem była nornica ruda. Ryjówka malutka była gatunkiem współdominującym, a myszarka leśna sporadycznym.

Różnorodność gatunkowa i liczebność nietoperzy

W wyniku kontroli zasiedlenia skrzynek trocinobetonowych stwierdzono na badanym obszarze obecność 5 gatunków nietoperzy (tab. 3): nocka Natterera (*Myotis nattereri*) (ryc. 8), borowca wielkiego (*Nyctalus noctula*), karlika większego (*Pipistrellus nathusii*), karlika drobnego (*P. pygmaeus*) i karlika malutkiego (*P. pipi-*

8 | Kolonia nocka Natterera (*Myotis nattereri*) stwierdzona w Rezerwacie Biosfery Bory Tucholskie

Colony of the Natterer's bat (*Myotis nattereri*) observed in the Bory Tucholskie Biosphere Reserve
fot./photo by Michał Wojciechowski



strellus). Podczas obu kontroli najliczniejszym i zarazem dominującym gatunkiem był nocek Natterera, zaś najmniej licznym karlik malutki (tab. 3). Skrzynki zasiedlone były przez nietoperze odpowiednio w 24% i 20% podczas pierwszej i drugiej kontroli. Współczynnik różnorodności gatunkowej Shannona–Wienera był niski podczas obu kontroli (tab. 3).

Tabela 3. Liczba osobników poszczególnych gatunków i sumaryczna liczba wszystkich nietoperzy stwierdzonych w trakcie dwóch kontroli zasiedlenia skrzynek w Rezerwacie Biosfery Bory Tucholskie wraz ze wskaźnikiem (D) i kategorią dominacji oraz współczynnikiem różnorodności gatunkowej Shannona–Wienera

Table 3. The number of individuals and the total number of catches of bats confirmed in the Bory Tucholskie Biosphere Reserve during two controls of nest boxes. Dominance coefficient (D) and category, and Shannon–Wiener diversity index are provided

Gatunek	Kontrola I			Kontrola II		
	Liczba osobników	D (%)	Kategoria dominacji	Liczba osobników	D (%)	Kategoria dominacji
Nocek Natterera <i>Myotis nattereri</i>	58	66,7	dominujący	37	57,8	dominujący
Borowiec wielki <i>Nyctalus noctula</i>	6	6,9	towarzyszący	2	3,1	sporadyczny
Karlik większy <i>Pipistrellus nathusii</i>	13	14,9	towarzyszący	17	26,6	współdominujący
Karlik drobny <i>Pipistrellus pygmaeus</i>	10	11,5	towarzyszący	5	7,8	towarzyszący
Karlik malutki <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	0	0	niespotykany	3	4,7	sporadyczny
	suma: 87			suma: 64		
Procent zasiedlonych skrzynek	24			20		
Wskaźnik Shannona–Wienera	0,987			1,119		

Dyskusja

Obecność zaledwie 2 gatunków gryzoni, 3 gatunków ssaków ryjówkowatych oraz 5 gatunków nietoperzy wskazuje na niewielkie bogactwo gatunkowe przedstawicieli małych ssaków na badanym stanowisku w Rezerwacie Biosfery Bory Tucholskie. W porównaniu do innych dużych kompleksów leśnych w Polsce, takich jak Puszcza Białowieska czy lasy bagienne pradoliny Biebrzy, oraz podobnych obszarów w Europie Środkowej i Północnej (Aulak 1970; Ruprecht 1979; Raczyński i in. 1983; Scott i in. 2008; Sidorovich i in. 2008; Niedziałkowska i in. 2010; Rachwald 2022), zróżnicowanie gatunkowe gryzoni, ryjówkowatych i nietoperzy w Borach Tucholskich jest niskie. Wiąże się to zapewne z niewysoką produktywnością borów sosnowych w rezerwacie, jednak nawet w tak ubogich siedliskach znajdujemy bardziej żyzne enklawy odznaczające się większą różnorodnością gatunkową i liczebnością małej teriofauny.

Niewielka różnorodność małych ssaków, tj. gryzoni i ryjówkowatych w borach sosnowych została opisana wcześniej (Rozhdestvenskaya 1995). W badaniach tych odłowiono 4 gatunki małych ssaków, tj. nornicę rudą, mysz zarosłową, ryjówkę aksamitną i ryjówkę malutką (Rozhdestvenskaya 1995). Niska różnorodność gatunkowa oraz liczebność małej teriofauny może wynikać z dominacji lasów sosnowych i mniejszego zróżnicowania flory, a co za tym idzie mniejszej dostępności kryjówek oraz słabiej rozwiniętej bazy pokarmowej. Równie niską różnorodnością gatunkową gryzoni i ryjówkowatych charakteryzują się lasy bukowe w okolicy Gorzowa Wielkopolskiego, gdzie na dwóch powierzchniach badawczych Kowalski i inni (2014) wykazali obecność tylko 2 gatunków gryzoni, tj. myszarki leśnej i nornicy rudej.

Na zaobserwowane wyniki może mieć wpływ również metodologia odłowów. Zub (2017) w wyniku inwentaryzacji Parku Narodowego „Bory Tucholskie” potwierdził obecność 11 gatunków małych ssaków, a Rychlik i inni (2020) odłowili 272 małe ssaki (gryzoni i ryjówkowate) należące do 12 gatunków (8 gatunków gryzoni i 4 gatunki ryjówkowatych) podczas inwentaryzacji prowadzonej w Słowińskim Parku Narodowym. Tak duża liczba odłowionych gatunków w powyższych pracach prawdopodobnie wynika ze zinwentaryzowania znacznie większych obszarów Parków Narodowych, z większą liczbą transektów i powierzchni badawczych (36 i 21, odpowiednio). Zatem bogactwo gatunkowe gryzoni i ssaków owadożernych w Parku Narodowym „Bory Tucholskie” i w Słowińskim Parku Narodowym może wynikać z mozaiki siedlisk, co sprzyja utrzymaniu większej różnorodności gatunkowej fauny i flory.

Choć ogólna różnorodność gatunkowa gryzoni i ryjówkowatych była niska na badanych powierzchniach, liczba gatunków i ich liczebność związane były z żyznością poszczególnych siedlisk. Największą liczbę gatunków oraz liczebność gryzoni i ryjówkowatych zarejestrowano w siedliskach bardziej otwartych i wilgotnych, tj. w lesie olchowym i wzdłuż Sobińskiej Strugi (P1), której brzeg porastała bujna roślinność zielna, oraz na turzycowisku (P2). Najmniejszą różnorodnością gatunkową i liczebnością przedstawiciele tych dwóch grup ssaków charakteryzowały się lasy mieszane o bardziej suchym podłożu i z dużym udziałem sosny zwyczajnej oraz las świerkowy. Odzwierciedla to naturalny układ ekologiczny, gdzie zagęszczenie zwierząt związane jest z ogólną zasobnością poszczególnych siedlisk (Reed i in. 2006; Niedziałkowska i in. 2010; Zub

2017). Bardziej wilgotne i żyzne siedliska, tj. z bardziej zwartą pokrywą roślinną, a co za tym idzie – większą dostępnością kryjówek oraz bardziej złożoną bazą pokarmową, są zazwyczaj preferowane przez małe ssaki, co przekłada się na ich większe bogactwo gatunkowe i liczebność (Mazurkiewicz 1994). W szczególności dla ryjówkowatych i licznych gryzoni ważne jest zachowanie bogatej i zróżnicowanej struktury przestrzennej środowiska, która zapewnia siedliska i miejsca optymalne do żerowania, ukrycia i rozrodu, umożliwiając tym samym stabilną koegzystencję różnych gatunków małych ssaków na tym samym obszarze (Mazurkiewicz 1994; Marsh i Harris 2000; Rychlik 2000; Miklós i Žiak 2002; Churchfield i Rychlik 2006).

Rzeczywiście, ryjówkowate odławiane były przez nas najliczniej w najbardziej wilgotnych i żyznych siedliskach z dostępem do płytkiej i wolno płynącej wody (Sobińska Struga), co jest zgodne z ich preferencjami siedliskowymi (Rychlik 2000). Rzęsorek rzeczek odłowiony został tylko na powierzchni 1, tj. w olsie i wzdłuż rzeki. Ten przedstawiciel ryjówkowatych charakteryzuje się ziemno-wodnym trybem życia oraz dobrze rozwiniętymi umiejętnościami pływania i nurkowania (Rychlik 1997; 2000), dlatego zazwyczaj zamieszkuje brzegi strumieni o łagodnych zboczach i z wolno płynącą wodą (Rychlik 2000). Ryjówka malutka najliczniej występowała na turzycowisku, choć została też odłowiona na powierzchni 1 w ekotonie pomiędzy lasem sosnowym a łąką kośną porośniętym turzycami. Również w Puszczy Białowieskiej oraz w Dolinie Biebrzy licznie odławiana była na torfowiskach niskich z przewagą zespołów turzycowiskowych (Raczyński i in. 1983; Rychlik 2000). Tylko najbardziej pospolita ryjówka aksamitna odnotowana została na każdej z 4 powierzchni badawczych.

Była też najczęstszym odławianym ssakiem, przy czym najliczniej występowała w olsie i wzdłuż Sobińskiej Strugi (P1) oraz w lesie świerkowym (P3). Zaznaczyć jednak należy, że na powierzchni 3 odławiana była przede wszystkim w ekotonie pomiędzy lasem świerkowym a łąką kośną. Obecność ryjówkowatych w lesie olchowym i wzdłuż strumienia nie jest zaskakująca, gdyż zespoły lasów olchowych charakteryzują się występowaniem ryjówkowatych jako dominującego składnika teriofauny (Raczyński i in. 1983), co potwierdzają również wyniki naszych badań.

Nornica ruda była najliczniej odławianym gryzoniem i jej obecność potwierdzono na każdej z badanych powierzchni. Również Zub (2017) najczęstszym odławiał ten gatunek w Parku Narodowym „Bory Tucholskie”. Podobnie Ciechanowski i inni (2012) notowali dużą liczebność nornic na Roztoczu, ale już w Bieszczadach odłowili zaledwie 13 osobników. Natomiast bardzo niską liczebność, porównywalną do tej zarejestrowanej przez Ciechanowskiego i innych (2012) w Bieszczadach, miała w naszych badaniach myszarka leśna. Ponownie, większa próba w badaniach Rychlika i innych (2020) w Słowińskim Parku Narodowym, oraz Zuba (2017) w Borach Tucholskich wykazywała myszarkę leśną jako najczęstszy lub drugi co do liczebności odławiany gatunek gryzonia. Niską różnorodnością gatunkową i liczebnością gryzoni w Borach Tucholskich można wiązać ze stosunkowo ubogą bazą pokarmową, zwłaszcza nasionami, które są podstawą diety myszarki leśnej (Górecki i Gębczyńska 1962; Hansson 1971).

Należy jednak pamiętać, że liczebność małych ssaków, a w szczególności gryzoni (np. norników), podlega silnym fluktuacjom sezonowym i zmienia się na prze-

strzeni całego roku oraz między latami (Krebs i Myers 1974; Pucek i in. 1993). Takie zmiany sezonowe i wieloletnie mogą mieć związek z występowaniem tzw. lat nasiennych (Krebs i Myers 1974; Pucek i in. 1993; Wolff 1996; Schnurr i in. 2002). Niewykluczone zatem, że po wystąpieniu takich lat, liczebność gryzoni, a zwłaszcza myszarki leśnej, również w Borach Tucholskich może być znacznie większa. Dlatego aby dogłębniej poznać dynamikę liczebności populacji małych ssaków na inwentaryzowanym terenie, zaleca się przeprowadzenie badań długoterminowych, tj. na przestrzeni kilku lat i w kilku sezonach w ciągu roku. Ponadto, aktywność zwierząt, zarówno ryjówkowatych jak i gryzoni, zmienia się w ciągu doby (Rychlik 2005; Kołakowski i in. 2018), co ma istotny wpływ na notowaną podczas badań liczebność tych zwierząt. W trakcie naszych badań odłowy zwierząt prowadzone były po zmierzchu i w nocy; w ciągu dnia pułapki pozostawały nieaktywne. Zatem przyjęta metodyka badań mogła mieć wpływ na niedoszacowanie liczebności gatunków wykazujących aktywność całodobową. Dlatego w czasie badania różnorodności gatunkowej i szacowania liczebności małych ssaków zasadne jest prowadzenie odłowów przez całą dobę.

W trakcie badań odłowiliśmy 4 norniki z rodzaju *Microtus* sp. Z uwagi na trudności w ich oznaczeniu do gatunku osobniki te zostały wyłączone z dalszych analiz, co jednak nie wpłynęło na wyniki analiz różnorodności gatunkowej i liczebności małych ssaków w Borach Tucholskich. Po włączeniu do analiz norników bioróżnorodność nadal utrzymywała się na poziomie niskim. Wcześniejsze badania Zuba (2017) wskazują jednak na dużą liczebność nornika północnego (*Microtus oeconomus*) w Parku Narodowym „Bory Tucholskie”

oraz (choć w znacznie niższej liczebności) na obecność na terenie Parku nornika burego (*Microtus agrestis*).

Odnotaliśmy zaledwie 7 złożeń gryzoni i ryjówek w pułapki typu stożek na turzycowisku (P2) w porównaniu do 43 złożeń w drewniane pułapki pudełkowe typu „dziekanówka”. Mimo tak dużych różnic w liczbie złapanych osobników w obu typach pułapek odłowione zostały te same gatunki. Zatem użycie na P2 10 pułapek innego typu nie miało wpływu na ustalony skład gatunkowy gryzoni i ryjówkowatych występujących na turzycowisku. Jednak z racji, że gryzonie i ryjówki częściej odławiane były w pułapki pudełkowe, niewykluczone, że użycie tylko tego typu pułapek na powierzchni P2 skutkowałoby stwierdzeniem większej liczebności gryzoni i ryjówkowatych. Dlatego w celu porównywania różnorodności gatunkowej i liczebności zwierząt na różnych powierzchniach badawczych zasadne jest użycie tego samego typu pułapek i ich rozmieszczenie na każdej powierzchni w identyczny sposób.

Z uwagi na monokulturowy charakter oraz niski stopień zróżnicowania przestrzennego i wiekowego drzewostanów w lasach sosnowych, a co za tym idzie niedobór naturalnych schronień (dziuple, szczeliny, itp.) dla owadożernych nietoperzy, różnorodność gatunkowa oraz liczebność tych ssaków w borach sosnowych może być niższa niż w bardziej zróżnicowanych kompleksach leśnych (Kasprzyk i Ruczyński 2001; Kasprzyk i Tomaszewski 2008). Jednak wzbogacenie lasów o charakterze gospodarczym, takich jak bory sosnowe, o sztuczne schronienia w postaci skrzynek dla ptaków czy nietoperzy, skutkuje ich szybkim zasiedleniem (nawet w tym samym sezonie) i przekłada się na większą liczbę gatunków i liczebność

nietoperzy (Kasprzyk i Ruczyński 2001; Kasprzyk i Tomaszewski 2008), co potwierdzają również wyniki naszych badań. W trakcie kontroli zasiedlenia skrzynek dla nietoperzy stwierdziliśmy obecność 5 gatunków nietoperzy (nocka Natterera, borowca wielkiego oraz trzech gatunków karlików: większego, drobnego i malutkiego) na inwentaryzowanym obszarze Rezerwatu Biosfery Bory Tucholskie, przy czym najliczniejszy był nocek Natterera. Wcześniej na terenie tego Rezerwatu stwierdzono występowanie 6 gatunków nietoperzy: nocka dużego, nocka Natterera, nocka rudego, karlika malutkiego, borowca wielkiego i gacka brunatnego (Nienartowicz i Kunz 2013). Z kolei Kasprzyk i Ruczyński (2001) wykazali obecność 5 gatunków nietoperzy (nocka rudego, nocka Natterera, borowca wielkiego, gacka brunatnego i karlika większego) na obszarze Zaborskiego Parku Krajobrazowego w Borach Tucholskich, zaś Kasprzyk i Tomaszewski (2008) stwierdzili 6 gatunków nietoperzy (nocka dużego, nocka Natterera, nocka rudego, borowca wielkiego, karlika większego i mrocza późnego) na terenie nadleśnictw Lutówko i Trzebciny. Dla całego kompleksu leśnego Borów Tucholskich wymienia się łącznie 13 gatunków nietoperzy (Ruprecht 1979, 1983; Kasprzyk i Ruczyński 2001; Kasprzyk i Tomaszewski 2008; Ciechanowski i in. 2011; Nienartowicz i Kunz 2013; Ciechanowski i in. 2017), co jest porównywalne z liczbą 15 gatunków podawanych dla Puszczy Białowieskiej (Kujawa i in. 2016; Rachwald 2022). Nie można wykluczyć, że prowadzenie badań długoterminowych w różnych sezonach pozwoli na stwierdzenie obecności kolejnych gatunków nietoperzy na inwentaryzowanym przez nas terenie. Również zwiększenie różnorodności typów sztucznych schronień oraz rozmieszczenie ich w innych, nawet wyspowo rozlokowanych siedliskach, może spowo-

PODZIĘKOWANIA

Badania sfinansowano z funduszy na działalność statutową Katedry Zoologii i Ekologii Kęgowców Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu. Na odławianie gatunków objętych ochroną gatunkową uzyskano zgody Regionalnego Dyrektora Ochrony Środowiska w Bydgoszczy (# WOP.6401.4.46.2021.MO oraz # WOP.6401.4.26.2022.MO).

dować ich zasiedlenie przez inne gatunki nietoperzy.

Podsumowując, wyniki naszych badań wskazują na niską różnorodność gatunkową i liczebność małych ssaków (ryjówkowatych, gryzoni i nietoperzy) na inwentaryzowanym stanowisku w południowo-wschodniej części Rezerwatu Biosfery Bory Tucholskie, zdominowanym przez bory sosnowe i siedliska o niskiej produktywności. Na uwagę zasługuje jednak obecność bardziej żyznych siedlisk położonych bliżej wody i odznaczających się większą różnorodnością gatunkową i liczebnością ryjówkowatych i gryzoni. Występowanie w Borach Tucholskich bardziej różnorodnych enklaw oraz sztucznych schronień dla nietoperzy jest istotna dla zachowania bioróżnorodności teriofauny, w tym gatunków objętych ochroną.

Krzysztof Kowalski¹

k.kowalski@umk.pl

Agata Sowińska^{1,2}

Natalia Kalwasińska^{1,2}

Anna Kowalczyńska¹

Anna Przybylska-Piech¹

Michał S. Wojciechowski¹

¹ Katedra Zoologii i Ekologii Kęgowców
Instytut Biologii, Wydział Nauk Biologicznych
i Weterynaryjnych

Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu
ul. Lwowska 1, 87-100 Toruń

² Studenckie Koło Naukowe Tetrapoda
Wydział Nauk Biologicznych
i Weterynaryjnych

Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu,
ul. Lwowska 1, 87-100 Toruń

LITERATURA

- Aulak W. 1970. Small mammal communities of the Białowieża National Park. *Acta Theriologica* 15(29): 465–515.
- Boiński M., Boińska U. 2020. Godne uwagi gatunki i zbiorowiska roślin Wdeckiego Parku Krajobrazowego i okolic. W: Kunz M. (red.). Rola i funkcjonowanie parków krajobrazowych w rezerwach biosfery. Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, Toruń: 247–270.
- Churchfield S., Rychlik L. 2006. Diets and coexistence in *Neomys* and *Sorex* shrews in Białowieża Forest, eastern Poland. *Journal of Zoology* 269: 381–390.
- Ciechanowski M., Cichocki J., Ważna A., Piłacińska B. 2012. Small-mammal assemblages inhabiting *Sphagnum* peat bogs in various regions of Poland. *Biological Letters* 49(2): 115–133.
- Ciechanowski M., Kubic W., Rynkiewicz A., Zwolicki A. 2011. Reintroduction of beavers *Castor fiber* may improve habitat quality for vespertilionid bats foraging in small river valleys. *European Journal of Wildlife Research* 57(4): 737–747.
- Ciechanowski M., Zapart A., Kokurewicz T., Rusinski M., Lazarus M. 2017. Habitat selection of the pond bat (*Myotis dasycneme*) during pregnancy and lactation in northern Poland. *Journal of Mammalogy* 98(1): 232–245.
- Demiaszkiewicz A.W., Lachowicz J., Kuligowska I., Goliszewska A. 2007. Zараżenie jeleni i sarni nienieniami płucnymi z rodziny Protostrongylidae w Borach Tucholskich [Infection of red deer and roe deer with lung nematodes from family Protostrongylidae in Bory Tucholskie]. *Sylvan* 151(2): 3–6.
- Dombrowicz M., Ślaska G., Rajnik S. 2013. Monitoring chronionych gatunków roślin na obszarze Wdeckiego Parku Krajobrazowego, *Journal of Health Sciences* 3(16): 328–335.
- Górecki A., Gębczyńska Z. 1962. Food conditions for small rodents in a deciduous forest. *Acta Theriologica* 6(10): 275–295.
- Haidt A., Fyałkowska K. 2018. Zimowe rozmieszczenie przestrzenne danieli *Dama dama* w borze sosnowym [Winter spatial distribution of the fallow deer *Dama dama* in a boreal forest]. *Sylvan* 162(7): 572–579.
- Hansson L. 1971. Small rodent food, feeding and population dynamics: a comparison between granivorous and herbivorous species in Scandinavia. *Oikos* 22(2): 183–198.
- Kasprzyk K., Ruczyński I. 2001. The structure of bat communities roosting in bird nest boxes in two pine monocultures in Poland. *Folia Zoologica* 50(2): 107–116.
- Kasprzyk K., Tomaszewski M. 2008. Nowe skrzynki z trocinobetonu dla nietoperzy. *Nietoperze* 9(2): 143–152.
- Kołąkowski M., Jancewicz E., Kielan E. 2018. Czasowa i przestrzenna aktywność nornicy rudej *Myodes (Clethrionomys) glareolus* i myszy leśnej *Apodemus flavicollis* w siedlisku grądowym Puszczy Białowieskiej [Temporal and spatial activity of bank vole *Myodes (Clethrionomys) glareolus* and yellow-necked mouse *Apodemus flavicollis* in an oak-hornbeam habitat of the Białowieża Forest]. *Sylvan* 162(12): 1029–1037.
- Kowalski K., Eichert U., Bogdziewicz M., Rychlik L. 2014. Differentiation of flea communities infesting small mammals across selected habitats of the Baltic coast, central lowlands, and southern mountains of Poland. *Parasitology Research* 113(5): 1725–1734.
- Kujawa A., Orczewska A., Falkowski M., Blicharska M., Bohdan A., Buchholz L., Chylarecki P., Gutowski J.M., Latałowa M., Mysłajek R.W., Nowak S., Walankiewicz W., Zalewska A. 2016. Puszcza Białowieska – obiekt światowego dziedzictwa UNESCO – priorytety ochronne. *Leśne Prace Badawcze* 77(4): 302–323.
- Krebs C.J. 2011. Ekologia: eksperymentalna analiza rozmieszczenia i liczebności. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Krebs C.J., Myers J.H. 1974. Population cycles in small mammals. *Advances in Ecological Research* 8: 267–399.
- Marsh A.C.W., Harris S. 2000. Partitioning of woodland habitat resources by two sympatric species of *Apodemus*: lessons for the conservation of the yellow-necked mouse (*A. flavicollis*) in Britain. *Biological Conservation* 92(3): 275–283.
- Mazurkiewicz M. 1994. Factors influencing the distribution of the bank vole in forest habitats. *Acta Theriologica* 39(2): 113–126.
- Miklós P., Žiak D. 2002. Microhabitat selection by three small mammal species in oak-elm forest. *Folia Zoologica* 51(4): 275–288.
- Niedziałkowska M., Kończak J., Czarnomska S., Jędrzejewska B. 2010. Species diversity and abundance of small mammals in reaction to forest productivity in northeast Poland. *Ecoscience* 17(1): 109–119.
- Nienartowicz A., Kunz M. 2013. Rezerwat Biosfery Bory Tucholskie [Tuchola Forest Biosphere Reserve]. W: Kunz M., Nienartowicz A. (red.). Rezerваты Biosfery w Polsce [Biosphere Reserves in Poland]. Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń: 183–209.
- Pucek Z., Jędrzejewski W., Jędrzejewska B., Pucek M. 1993. Rodent population dynamics in a primeval deciduous forest (Białowieża National Park) in relation to weather, seed crop, and predation. *Acta Theriologica* 38(2): 199–232.
- Rachwałd A. 2022. Występowanie mopka zachodniego *Barbastella barbastellus* (Schreber, 1774) w Puszczy Białowieskiej na tle innych gatunków nietoperzy. W: Matuszkiewicz J.M., Tabor J. (red.). Inwentaryzacja wybranych elementów przyrodniczych i kulturowych Puszczy Białowieskiej. Instytut Badawczy Leśnictwa, Sękocin Stary: 713–737.
- Raczyński J., Fedyk S., Gębczyńska Z., Pucek M. 1983. Drobne ssaki środkowego i dolnego basenu Biebrzy. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Przyrodniczych* 255: 297–328.
- Reed A.W., Kaufman G.A., Kaufman D.W. 2006. Species richness-productivity relationship for small mammals along a desert-grassland continuum: differential responses of functional groups. *Journal of Mammalogy* 87(4): 777–783.
- Rozhdestvenskaya A. 1995. Small mammals communities in the pine forests of Bory Tucholskie and Puszcza Biała in Poland. *Fragmenta Faunistica* 38(11): 197–207.
- Ruprecht A.L. 1979. Fauna ssaków wschodniej części Pojezierza Wielkopolsko-Kujawskiego. *Notatki Płockie. Kwartalnik Towarzystwa Naukowego Płockiego* 24(4): 38–42.
- Ruprecht A.L. 1983. Nietoperze – Chiroptera. W: Pucek Z., Racyński J. (red.). Atlas rozmieszczenia ssaków w Polsce. PWN, Warszawa: 62–82.
- Rurek M., Krupa A., Hojan M., Giętkowski T. 2013. Wpływ działalności bobrów na rzeźbę małych dolin na przykładzie Doliny Gajdówki, południowe Bory Tucholskie, Polska [Impact of beavers activity on small valleys relief for example Gajdówka valley, southern Tuchola Pinewoods, Poland]. *Journal of Health Sciences* 3(15): 257–266.
- Rychlik L. 1997. Differences in foraging behaviour between water shrews: *Neomys anomalus* and *Neomys fodiens*. *Acta Theriologica* 42(4): 351–386.
- Rychlik L. 2000. Habitat preferences of four sympatric species of shrews. *Acta Theriologica, Supplement* 45(1): 173–190.
- Rychlik L. 2005. Overlap of temporal niches among four sympatric species of shrews. *Acta Theriologica* 50(2): 175–188.
- Rychlik L., Eichert U., Kowalski K. 2020. Diversity of small mammal assemblages in natural forests and other habitats of the Słowiński National Park, northern Poland – preliminary results. *Nationalpark-Jahrbuch Unteres Odertal* 2020(3): 66–71.
- Rydzikowski P., Guentzel S., Ławicki Ł. 2010. Bory Tucholskie [Tuchola Forest]. W: Wilk T., Jujka M., Krogulec J., Chylarecki P. (red.). Ostoje ptaków o znaczeniu międzynarodowym w Polsce [Important Bird Areas of international importance in Poland]. OTOP [Polish Society for the Protection of Birds – BirdLife Poland], Marki: 146–149.
- Schnurr J.L., Ostfeld R.S., Canham C.D. 2002. Direct and indirect effects of casting on rodent populations and tree seed survival. *Oikos* 96(3): 402–410.
- Scott D.M., Joyce C.B., Burnside N.G. 2008. The influence of habitat and landscape on small mammals in Estonian coastal wetlands. *Estonian Journal of Ecology* 57(4): 279–295.
- Sidorovich V.E., Solovej I.A., Sidorovich A.A., Rotenko I.I. 2008. Effect of felling on the distribution of rodents and their predators in a transitional mixed forest. *Polish Journal of Ecology* 56(2): 309–321.
- Winięcki A., Lubińska K. 2021. Przyroda żywna Parku Narodowego „Bory Tucholskie”. Część I – zwierzęta kregowe. Park Narodowy „Bory Tucholskie”, Charzykowy.
- Wiśniewski P., Kistowski M., Niecikowski K., Staszek W. 2021. Bory Tucholskie. W: Richling A., Solon J., Macias A., Balon J., Borzyszkowski J., Kistowski M. (red.). Regionalna geografia fizyczna Polski. Bogucki Wyd. Naukowe, Poznań: 137–138.
- Wolff J.O. 1996. Population fluctuations of mast-eating rodents are correlated with production of acorns. *Journal of Mammalogy* 77(3): 850–856.
- Zub K. 2017. Rozmieszczenie i liczebność małych ssaków na obszarze Parku Narodowego „Bory Tucholskie”. *Parki Narodowe i Rezerваты Przyrody* 36(4): 85–97.