



Katarzyna Talarczyk

Sciurus vulgaris fuscoater

WIEWIÓRKA
POSPOLITA

Gryzoń znany, a zadziwiający

Sciurus vulgaris fuscoater

WIEWIÓRKA
POSPOLITA

Katarzyna Talarczyk

Sciurus vulgaris
fuscoater

WIEWIORKA
POSPOLITA



Gryzoń znany, a zadziwiający

Przewodniczący Komitetu Redakcyjnego

prof. dr hab. Jacek Wójtowski

Recenzent

prof. UAM dr hab. Mirosław Jurczyszyn
Uniwersytet im. Adama Mickiewicza

Konsultacja merytoryczna

prof. dr hab. Marlena Lembicz
prof. UAM dr hab. Joanna Ziomek

Ilustracje

Katarzyna Talarczyk 2022–2024

© Copyright by Katarzyna Talarczyk 2024

Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu

<https://orcid.org/0009-0005-2298-6426>

© Copyright by Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu
Poznań 2024



Książka jest dostępna na licencji Creative Commons – Uznanie autorstwa-
-Użycie niekomercyjne-Bez utworów zależnych 4.0 Międzynarodowe (CC BY-NC-ND 4.0)

Opracowanie redakcyjne

Paulina Kaczmarek

Projekt, opracowanie graficzne i komputerowe, projekt okładki

Jacek Grześkowiak

ISBN 978-83-68187-15-1 on-line pdf

<https://doi.org/10.17306/p.978-83-68187-15-1>

Wydanie 1. Ark. wyd. 8,8

WYDAWNICTWO UNIwersytetu PRZYRODniczego w POZNANIU

ul. Witosza 45, 61-693 Poznań

tel. 61 848 7808, e-mail: wydawnictwo@up.poznan.pl

<https://www.wydawnictwo.up.poznan.pl>

Spis treści

Słowem wstępu | 7

Abstrakt | 8

Summary | 9



Część I. Fakty naukowe | 11

Najstarsze znalezione szczątki wiewiórki | 11

Historia systematyki rodziny Sciuridae | 11

Najstarsze kopalne szczątki latającej wiewiórki | 12

Systematyka | 13

Wygląd wiewiórki | 14

Występowanie wiewiórki pospolitej | 18

Siedlisko wiewiórki | 20

Preferencje siedliskowe | 20

Dieta wiewiórki | 21

Pamięć wiewiórki | 22

Dlaczego siekacze wiewiórek są pomarańczowe? | 25

Anatomia wiewiórek | 27

Rozmnażanie | 28

Długość życia | 28

Czynniki ryzyka związane z wiewiórką pospolitą | 28

Naturalni wrogowie | 31

Zależności między wiewiórką pospolitą a wiewiórką szarą | 31

Wpływ wiewiórki szarej na ekosystem leśny | 32

Wpływ wiewiórki szarej na populację wiewiórki pospolitej | 32

Dlaczego zimą widzimy wiewiórki rzadziej? | 36

Adopcja u wiewiórek | 36

Przedstawiciel mniej znanego gatunku z rodziny wiewiórkowatych | 37



Część II. Historia wiewiórki | 41

Wyprawa wiewiórki | 41

Hipotezy | 41

Fascynacja szkieletami | 41

Dlaczego szkielet wiewiórki? | 42

W szkłe do lasu | 43

Proces maceracji | 43

Nic w przyrodzie nie ginie i wszystko ma swoje miejsce | 46

Szkielet *Sciurus vulgaris fuscoater* w pozycji anatomicznej | 46

Podziękowania | 51

Literatura | 53

Słowem wstępu



HODZĄC PO LESIE, rozglądam się i szukam zwierząt, owadów i ptaków. Zaskoczył mnie jednak widok wiewiórki pospolitej *Sciurus vulgaris* L. w przydomowym ogrodzie. Nigdy wcześniej nie widziałam wiewiórki z tej strony kompleksu leśnego. Niestety, ta leżała bez oznak życia. Podobnie jak większość gatunków z rodziny wiewiórkowatych *Sciurus vulgaris* L. jest zwierzęciem dziennym, co dość nietypowe dla gryzoni. Postanowiłam oddać hołd sympatycznemu gryzoniowi, tak często widzianemu w lasach, parkach miejskich i w reklamach – tak właśnie powstała niniejsza publikacja.

Abstrakt

Publikacja przeglądowa zawiera podrozdziały omawiające pochodzenie rodziny Sciuridae, ekologię oraz anatomię wiewiórki pospolitej *Sciurus vulgaris fuscoater*. Scharakteryzowano interakcje między wiewiórkami pospolitą i szarą (*Sciurus carolinensis*), w tym wpływ wiewiórki szarej na populacje wiewiórki pospolitej oraz na ekosystem leśny, który zajmuje. Przedstawiono wyniki najnowszych badań na temat ekspansji wiewiórki szarej na obszarze Europy. Opisano również naturalnych wrogów wiewiórki pospolitej oraz czynniki ryzyka przy kontakcie z wiewiórką pospolitą.

Publikacja zawiera też opisy innych gatunków z rodziny Sciuridae, a ponadto najstarszych kopalnych szczątków latającej wiewiórki oraz gatunku *Pteromys volans*, czyli polatuchy syberyjskiej. Przytoczony został również przykład adopcji u wiewiórek na podstawie badania sosnowiórek czerwonych (*Tamiasciurus hudsonicus*).

W drugiej części publikacji – która ma zdecydowanie lżejszy, bo popularno-naukowy charakter – opisana została wiewiórka pospolita, a także wybrane zagadnienia dotyczące owadów nekrofilnych i nekrofagicznych. Wyjaśniono wybór specyficznej tematyki tego opracowania, co powiązane jest niewątpliwie z moimi zainteresowaniami badawczymi. Ze szczególną uwagą przedstawiłam anatomię *S. vulgaris fuscoater*. Część badawcza dotyczy ułożenia w pozycji anatomicznej szkieletu młodej, lecz już dojrzałej *Sciurus vulgaris fuscoater*. Precyzyjne rysunki ilustrują poszczególne gatunki i budowę anatomiczną wybranych zwierząt.

Słowa kluczowe: wiewiórka pospolita, anatomia szkieletu, ekologia wiewiórki pospolitej, ewolucja rodziny wiewiórkowatych, wiewiórka szara, polatucha syberyjska

Summary

Literature review publication with a subjective choice of topics. Subsections discussing the origins and phylogenetic analysis of the family Sciuridae, including the oldest found species of squirrel, the history of the systematics of the Sciuridae family, and the oldest fossil skeleton of a flying squirrel.

The focus is on the Central European red squirrel (*Sciurus vulgaris fuscoater*) and *Sciurus vulgaris* subspecies and their systematics. There are *Sciurus vulgaris* ecology, and anatomy descriptions. Interactions with an invasive grey squirrel (*Sciurus carolinensis*), dependence between these two species, differences between their memory; the impact of the grey squirrel on forest ecosystem and population of the red squirrel in Europe by transmission of pathogens. Results of the latest research on the expansion of the grey squirrel in Europe. Risk factors relating to contact with *S. vulgaris* as well as natural enemies of the squirrel are mentioned. The publication describes the Siberian flying squirrel (*Pteromys volans*), and adoption in squirrels with an example of the American red squirrel (*Tamiasciurus hudsonicus*).

The second part is of a popular science nature and is intended for younger readers, where the found young squirrel, by me, is mentioned. Also, there are descriptions of chosen features of necrophilic and necrophagic insects. I also mention my scientific interests in bioarchaeology and biological anthropology, which contributed to the research on the squirrels anatomy. The original experimental research part is included. The skeletal anatomy of the squirrel is described in detail, with photographic documentation of the arrangement of the male *Sciurus vulgaris fuscoater* skeleton in the anatomical position. My meticulously made illustrations depicting members of the Sciuridae family and selected features of squirrels, and necrophilic and necrophagous insects provide insight into this species and its characteristic traits.

Keywords: Central European red squirrel, red squirrel topographic and skeletal anatomy, ecology, evolution of Sciuridae family, grey squirrel, Siberian flying squirrel

Część I

Fakty naukowe



Ryc. 1. Lokalizacja stanowisk na terenie Włoch, na których wykryto żuchwy *S. vulgaris* z minionych epok geologicznych

AC – Jaskinia Arene Candide;

So – Riparo Soman; **MC** – Grotta Mora Cavorso; **SM** – Grotta Santuario della Madonna (za Tagliacozzo i in., 2016).

Najstarsze znalezione szczątki wiewiórki

Rodzaj *Sciurus*, czyli tych ssaków, do których należy wiewiórka, jest znany w europejskim zapisie kopalnym od późnego miocenu (11,6–5,3 mln lat temu). Skamieniałe szczątki wiewiórek zostały odkryte w nielicznych stanowiskach i na ogół z bardzo małą liczbą okazów, bardzo rzadko z zębami (Tagliacozzo i in., 2016).

Najwcześniejsza wzmianka o wiewiórce pospolitej *Sciurus vulgaris* pochodzi z Jaskini Hórvölgy w dolinie Hór, w Górach Bükk na terenie obecnych Węgier, z okresu środkowego plejstocenu (770–126 tys. lat temu) (Jánossy, 2011).

Odkrycia żuchwy *S. vulgaris* na terenie różnych stanowisk z Włoch (**ryc. 1**) dostarczają kluczowych danych o rozmiarach i rozmieszczeniu w minionych epokach geologicznych oraz o paleoekologii tego gryzonia w późnym plejstocenie (129–11,7 tys. lat temu) i na początku holocenu (od 11,7 tys. lat temu do dziś). Analiza tafonomiczna (procesów, które zaszły po śmierci), rzuca światło na relacje między człowiekiem a wiewiórkami pospolitymi we Włoszech w odległych czasach (Cohen i in., 2013).

Najprawdopodobniej obecność *S. vulgaris* na Półwyspie Apenińskim datuje się na początek późnego plejstocenu (pomiędzy 129 000 a 11 700 lat temu). Gryzoń następnie rozprzestrzenił się po kontynentalnej części Włoch. Szczątki są dobrze zachowane z powodu lokalizacji w chroniących je jaskiniach i grotach (Tagliacozzo i in., 2016). Dzięki niewielkim wahaniom temperatury panują tam lepsze warunki dla materiału kostnego. Skamieniałości są chronione przed ekstremami pogodowymi (woda, wiatr i temperatura) oraz klimatycznymi, jak również przed naruszeniem przez padlinozerców (Haouchar i in., 2014).

Historia systematyki rodziny Sciuridae

Okolo 270 gatunków gryzoni tworzy rodzinę wiewiórkowatych Sciuridae (Gliwicz, 2020). Ich wspólny przodek żył okolo 40–30 mln lat temu. Wiewiórkowate mają pewne cechy anatomiczne zębów oraz mięśni szczęki i żuchwy, dzięki którym można je rozpoznać w materiale kopalnym (Thorington i in., 2012; Thorington i Darrow, 2000; Black, 1972).

Wiewiórki należą do podrodziny Sciurinae; podrodziny Sciurini, Pteromyinae (latające wiewiórki), tworzą rodzinę Sciuridae z rzędu Rodentia.

W zakres rzędu Rodentia wchodzą także rodziny Xerinae, Callosciurinae, Sciurillinae oraz Ratufinae (Steppan i in., 2004). Skamieniałości tworzą obraz ewolucyjnej historii wiewiórek drzewnych od późnego eocenu (41,3–33,7 mln lat temu) w Ameryce Północnej oraz miocenu (23,8–5,3 mln lat temu) w Afryce i Eurazji (witryna britannica.com).

Najstarsza odkryta kopalna wiewiórka nadrzewna pochodzi z późnego eocenu z terenu Ameryki Północnej, sprzed 36 milionów lat i jest nią wiewiórka Jeffersona (*Douglasciurus jeffersoni*). Istnieją różnice w budowie czaszki kopalnej wiewiórki i wiewiórek obecnie żyjących; chodzi konkretnie o miejsca przyczepów mięśni w obrębie czaszki oraz mięśni żwacza. Paleontolodzy wahali się, czy zaliczyć wiewiórkę Jeffersona do Sciuridae. Podobieństwo proporcji ciała i szczegółów anatomii postkranialnej (szkieletu poza czaszką) do współczesnej wiewiórki lisiej wschodniej, zwanej też wiewiórką lisią Bryanta (*Sciurus niger*), zostało jednak uwzględnione w systematyce. Wiewiórka Jeffersona była wiewiórką nadrzewną, o czym świadczy budowa anatomiczna. Najwięcej dyskusji pomiędzy specjalistami anatomii porównawczej i paleontologami wzbudza miejsce w systematyce latających wiewiórek (Pteromyini). Anatomowie porównawczy zaliczają je do prawdziwych wiewiórek, podczas gdy paleontolodzy skłaniają się ku siostrzanej grupie wszystkich innych wiewiórek. Grupa ta miałyby wyewoluować niezależnie mniej więcej w tym samym czasie co inne rodzaje w rodzinie Sciuridae (Thorington i in., 2012, Emry i Thorington, 1982).

Dodatkowym problemem w tego typu badaniach jest brak jednakowych metod konserwacji materiałów kopalnych oraz zróżnicowanie wieku prób. Czynniki te wpływają na dalsze informacje, które naukowcy uzyskują w trakcie analizy genetycznej (Abreu i in., 2022).

Najstarsze kopalne szczątki latającej wiewiórki

Latające wiewiórki (plemię Pteromyini) stanowią jedyną, bardzo zróżnicowaną grupę ssaków mających umiejętność lotu ślizgowego, które dodatkowo żyją w wielu środowiskach geograficznych. Identyfikacji dokonuje się na podstawie cech zębów, które są typowe dla tej grupy. Naukowcy na łamach eLIFE w roku 2018 przedstawili najstarszy skamieniały szkielet latającej wiewiórki *Miopetaurista neogrivensis* (sprzed 11,6 mln lat – eocen środkowy do późnego), który wykazuje cechy diagnostyczne związane z szybowaniem, wspólne dla istniejących form latających wiewiórek i pozwala na

ponowną kalibrację czasu rozbieżności między wiewiórkami nadrzewnymi a latającymi. Kalibracją określamy czas, w którym doszło do wyodrębnienia siostrzanych gatunków w analizie filogenetycznej, służącej określeniu stopnia pokrewieństwa i ustaleniu wspólnych przodków. Wyniki wspomnianego badania pokazują również, że latające wiewiórki przez prawie 12 milionów lat doświadczyły niewielkich zmian morfologicznych. Badacze wskazują na okres późnego oligocenu (31–25 mln lat), który należy uznać za najbardziej prawdopodobny interwał dywergencji (termin określający wykształcenie się różnych cech morfologicznych u osobników tego samego gatunku) w przypadku latającej wiewiórki. Latająca wiewiórka *Miopetaurista neogriensis* została przypisana do rodzaju *Petaurista* (Casanovas-Vilar i in., 2018).

Systematyka

Łacińską nazwę, czyli *Sciurus vulgaris*, nadał wiewiórcę pospolitej Linneusz w roku 1758. W dalszej części publikacji będą używane zamiennie nazwy wiewiórka pospolita oraz *S. vulgaris*.

Wiewiórka pospolita należy do: gromady Ssaki Mammalia, infragromady Łożyskowce Placentalia, rzędu Gryzonie Rodentia; podrzędu Wiewiórkokształtne Sciuromorpha; rodziny Wiewiórkowate Sciuridae, podrodziny Wiewiórki Sciurinae, rodzaju Wiewiórka *Sciurus* (Wilson i Reeder, 2005; Shar i in., 2016a).

Podgatunek *Sciurus vulgaris fuscoater* (Thorington i in., 2012) występujący w krajach środkowej Europy ma jaskrawoczerwoną formę ubarwienia, z białym brzuchem. Najnowsze badania wskazują na występowanie w Kalabrii, we Włoszech innego podgatunku *S. vulgaris meridionalis*. Jest to dobrze zdefiniowany podgatunek, przebadany morfologicznie oraz genetycznie, którego występowanie ogranicza się do terenu Kalabrii (południowo-zachodnie Włochy). Jeśli dalsze prace taksonomiczne potwierdzą, że jest to pełnoprawny gatunek, prawdopodobnie zostanie uznany za zagrożony i umieszczony na Czerwonej Liście Gatunków Zagrożonych IUCN (Shar i in., 2016a). Najnowsze badania wskazują na występowanie innych gatunków inwazyjnych wiewiórek zagrażających *Sciurus vulgaris meridionalis*. Gatunkiem takim jest *Callosciurus finlaysonii*, czyli wiewiórczak zmienny, zamieszkujący Półwysep Indochiński. W efekcie reintrodukcji wiewiórczak zasiedlił najbardziej południową część Kampanii (Włochy), gdzie w szybkim tempie rozszerza swój zasięg. Naukowcy wskazują na potrzebę dogłębnych

badań *Sciurus vulgaris meridionalis*, w tym badań genetycznych, dla lepszego zrozumienia występowania i ekologii gatunku oraz zaplanowania skutecznych działań kontrolnych, aby zapobiec dalszej ekspansji *Callosciurus finlaysonii* (Gallo i in., 2024; Thorington i in., 2012).

Wygląd wiewiórki

Długość ciała wiewiórki pospolitej wynosi 200–240 mm, ogona 140–210 mm, stopy tylnej 50–60 mm, a masa ciała zawiera się w granicach 200–400 g. Uszy o długości 20,5–30,5 mm ozdobione są na końcu charakterystycznymi pędzelkami. Długi puszysty ogon pokrywają odstające włosy. Grubość ogona, czyli gęstość sierści zależy od pory roku oraz od warunków atmosferycznych (Serafiński, 1995). W Polsce czy też szerzej w Europie Środkowej występują dwa warianty kolorystyczne – czerwony i tzw. czarny (malenistyczny) *Sciurus vulgaris fuscoater* Altum (1876) (Zawidzka, 1958; Grill i in., 2009). Często te barwne formy wyróżniane są jako podgatunki (Bosch i Lurz, 2012b; Koh i in., 2015).

Sciurus vulgaris fuscoater charakteryzuje się rudym futrem z lekko szarawymi bokami, futro drugiego wariantu ma kolor czarnobrunatny. Zdarzają się osobniki o ubarwieniu pośrednim, również wśród rodzeństwa z jednego miotu. Brzuch i pierś wiewiórki pospolitej są białe lub o zbliżonym odcieniu. Wiewiórki o ciemnym ubarwieniu występują częściej na terenach górskich i na północy Europy (witryna ekologia.pl). Nie jest to jednak cecha występująca wyłącznie w górach. W latach 50. XX wieku badacz Jerzy Sidorowicz zauważył taką wiewiórkę na nizinach, na terenie Białowieży (Sidorowicz, 1958). Północne Włochy zamieszkuje podgatunek *Sciurus vulgaris fuscoater* Altum (1876), który jest filogenetycznie odrębny i często wykazuje inne ubarwienie, pomiędzy bardziej płowym ciałem i ciemniejszym ogonem (Grill i in., 2009; Benetton, 2020).

Badania przeprowadzone na Ukrainie – gdzie występują co najmniej trzy odmiany barwne wiewiórki pospolitej, a mianowicie ciemna, czerwona i jasnoczerwona – wykazały, że współwystępują one na wielu obszarach (Zizda, 2018). W efekcie tych badań – po zmierzeniu i przeanalizowaniu osiemnastu cech kraniometrycznych i czterech zewnętrznych – okazało się, że barwne odmiany charakteryzują dobrze ustabilizowane populacje, w których do 10% osobników ma inną barwę futerka oraz inną charakterystykę zbadanych cech (kraniometrycznych i zewnętrznych) niż pozostałe.



Ryc. 2. Wiewiórka pospolita (*Sciurus vulgaris* L.)
Rysunek na podstawie zdjęcia autorstwa Marleny Lembicz.



Ryc. 3. Wariant ciemny wiewiórki pospolitej
(*Sciurus vulgaris fuscoater* Altum)

Rysunek na podstawie zdjęcia autorstwa Valery Kumbalin.

Wiewiórka pospolita nie wykazuje dymorfizmu płciowego, czyli znacznych różnic w budowie morfologicznej samic i samców (Wiltafsky, 1973). Płeć można określić na podstawie długości pomiędzy odbytem a otworem płciowym (bliżej położone u samic i ok. 10 mm odstęp u dojrzałych samców). Sierść na grzbiecie jest jednakowo ubarwiona, ale zmienna w kolorze – od ciemnobrązowego do czerwonoróżowego lub jasnokasztanowego do szarobrązowego, ewentualnie czarnego (Wiltafsky, 1978). Sierść zimowa jest gruba, od ciemnoczerwonej do brązowej, szarej lub prawie czarnej na grzbiecie; grube czerwonoróżowe kępki sierści na uszach mają długość 2,5–3,5 cm i występują najczęściej zimą. W okresie zimowym włosy na ogonie są gęste i ciemnoczerwono-brązowe lub czarne. Brzuch i wewnętrzna strona szyi są barwy jasnej, białe lub kremowe. Ubarwienie w sezonie letnim jest czerwonoróżowe lub kasztanowe na grzbiecie; kępki uszu są małe lub nieobecne; a ogon jest cienki, kasztanowy do kremowobiałego (Corbet, 1978; Ognev, 1940).

Zimowa sierść *Sciurus vulgaris jensseniensis*, czyli podgatunku wiewiórki z rejonu turuchańskiego na Syberii, jest intensywnie niebieskawo-popielatoszara z lekkim ciemnoszarym nakrapianiem. Ogon, łapy i kępki uszu mogą być tego samego koloru lub kontrastować z grzbietem. Futro na ciele linieje dwa razy w roku; wiosenne linienie przebiega od przodu do tyłu, jesienne od tyłu do przodu. Dokładny czas różni się w zależności od osobnika, szczególnie w odniesieniu do kondycji ciała. Kępki uszu i włosy na ogonie (od czubka do przodu) linieją raz, nowe włosy rosną późnym latem i jesienią, a w przypadku kępek na uszach – do grudnia. Młode osobniki po zakończeniu karmienia piersią linieją do odpowiedniej letniej lub zimowej sierści, w zależności od pory roku, czyli takiej jak u osobnika dorosłego (Ognev, 1940).

Wiewiórki są bardzo zwinne i szybkie, po ziemi poruszają się skokami, zręcznie wspinają się na drzewa, w czym pomocne są zakrzywione pazury. Po pnium potrafią schodzić głową w dół. Sprawnie poruszają się w obrębie koron drzew, wykonując skoki o odległości do 5 m, w czym pomagają długie i silne tylne nogi. Puszysty ogon stanowi ster lub hamulec (Moszczyńska, 2015).

Większość z nas zna wiewiórkę pospolitą w Europie oraz wiewiórkę szarą w Ameryce Północnej, tymczasem istnieje około 270 gatunków wiewiórek żyjących w prawie każdej strefie klimatycznej na Ziemi, od tropikalnych lasów deszczowych po tereny półpustynne. Różnice w umaszczeniu i morfologii sierści doprowadziły do opisu ponad 40 podgatunków (Gliwicz, 2020; Lurz i in., 2005; Corbet, 1978; Ellerman i Morrison-Scott, 1965).

Na rycinach **4** i **5** widoczna jest stopa przedniej kończyny, która ma 4 palce, bez przeciwstawnego kciuka. Łapy te nie są chwytne, dlatego wiewiórka przytrzymuje pokarm oburącz podczas posiłku (Olsen, 2013).

Szkielet postkranialny wykazuje adaptacje w kierunku wspinania i skoków. Kości są relatywnie lekkie, kończyny tylne nieproporcjonalnie długie i ciężkie (Shorten, 1962). Wiewiórki są stopochodne (opierają całą stopę podczas chodu); ich palce są długie – oprócz kciuków kończyny przedniej, które uległy redukcji do guzków – i zaopatrzone w długie zakrzywione szpony. Dobrze wykształcony ogon służy do termoregulacji, balansu oraz jako narzędzie do dawania sygnałów w interakcjach behawioralnych. Kostnienie nasad kości długich pozwala na oszacowanie, czy mamy do czynienia z osobnikiem młodocianym (**ryc. 6**) czy z dorosłym (Degn, 1973; Lemnell, 1973). U osobników dorosłych następuje kostnienie, czyli zrosnięcie na stałe nasady kości z jej trzonem. Proces ten przebiega na podłożu chrzęstnym. Po zakończeniu wzrostu kości długiej (np. kości ramiennej, udowej czy piszczelowej), płytka nasady jest zastępowana przez kość gąbczastą, po czym oba elementy (nasada i trzon) zespalają się i kość przestaje się wydłużać (Mescher, 2020).

Proporcje ciała wiewiórek z rodziny Sciuridae różnią się pod kilkoma względami, w szczególności długością kończyn i ogona w stosunku do wielkości ciała. Najkrótsze nogi i ogony występują u wiewiórek ziemnych. Nadrzewne mają natomiast dłuższe nogi i ogony, a najdłuższe z nich występują u dużych wiewiórek latających (Thorington i in., 2012).

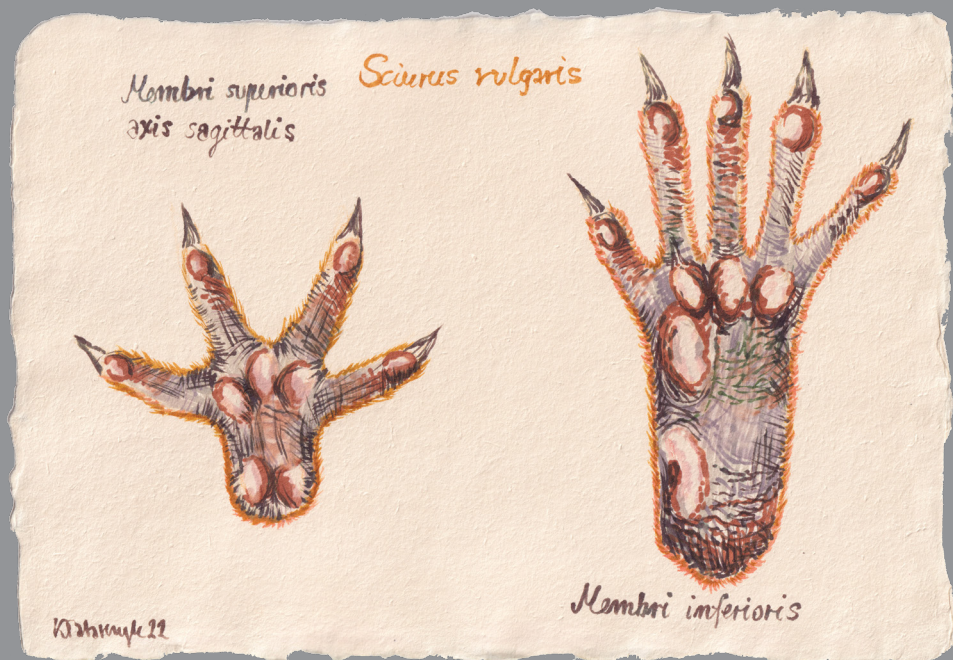
Występowanie wiewiórki pospolitej

Na całym świecie *S. vulgaris* ma duży zasięg występowania, rozciągający się od Wielkiej Brytanii, Irlandii, Hiszpanii i Portugalii na zachodzie, przez Europę kontynentalną, Rosję, Mongolię oraz północno-zachodnie i północno-wschodnie Chiny do wybrzeża Pacyfiku (Panteleyev, 1998; Gurnell i Wauters, 1999). Występuje również na pacyficznych wyspach Sachalin (Rosja) i Hokkaido (Japonia). Wiewiórka została wprowadzona także na Kaukaz i do obszaru Tokio w Japonii.

W Europie gatunek jest szeroko rozpowszechniony na większości obszarów, z wyjątkiem Półwyspu Iberyjskiego (gdzie jest nieobecny na południowym zachodzie) i Wielkiej Brytanii (gdzie prawie całkowicie zniknął z rejonu południowego wschodu). Na Bałkanach występuje sporadycznie,



Ryc. 6. Staw kolanowy kończyny dolnej wiewiórki pospolitej (*Sciurus vulgaris*). Widoczne są nasady i trzony kości długich – udowej (u góry) oraz piszczelowej (na dole, po lewej) i strzałkowej (na dole, po prawej). Proces kostnienia nasad jeszcze nie nastąpił, osobnik nadal podlegał procesom wzrostu
Fot. Katarzyna Talarczyk.



Ryc. 4. Po lewej czteropalczaste przednie łapy, po prawej pięciopalczaste tylne skoczne łapy wiewiórki

Rysunek na podstawie zdjęcia autorki oraz ilustracji z książki *Ilustrowana Encyklopedia Ssaków Polski atlas* (Moszczyńska, 2015).



Ryc. 5. Przednia lewa łapa wiewiórki pospolitej

Rysunek na podstawie zdjęcia autorki.

a nieobecny jest na większości wysp Morza Śródziemnego. Występuje w tureckiej Tracji i północno-wschodniej Turcji (Demirsoy i in., 2006). Z kolei w Portugalii zasięg jej występowania obejmuje południowe krańce kraju. W Alpach wiewiórka występuje od poziomu morza do wysokości 3100 m n.p.m. (Spitzenberger, 2002). Zamieszkuje strefę lasów praktycznie w całej Europie i Azji, przy czym zwierzęta te korzystają także z parków oraz ogrodów na terenach miejskich (Hofman, 2012).

Wiewiórka pospolita jest gatunkiem powszechnym w niektórych strefach swojego zasięgu, uważanym za szkodnika leśnego ze względu na zwyczaj zdzierania kory i żerowania na pąkach drzew iglastych. W Mongolii populacja podlega dużym wahaniom, co znajduje odzwierciedlenie w statystykach handlu futrami, ze spadkiem liczebności gatunku odnotowywanym od lat 70. XX wieku (Shar i in., 2016a). W Mongolii *S. vulgaris* znalazła się na Czerwonej Liście Gatunków Zagrożonych IUCN, a jej status w roku 2006 został określony na bliski zagrożenia (Clark i in., 2006).

Siedlisko wiewiórki

Wiewiórka pospolita to gatunek nadrzewny, którego przetrwanie i sukces reprodukcyjny są związane z dwoma czynnikami – dostępnością pokarmu oraz odpowiednich siedlisk leśnych. Szanse wiewiórki na przeżycie rosną wraz z większą liczbą gniazd oraz obecnością innych osobników gatunku należących do przeciwnej płci (Holm, 1987; Münch, 1998). Jako gatunek oportunistyczny wiewiórki umieją się dostosować do zmiennych warunków. Preferują jednak drzewostany z dojrzałymi drzewami iglastymi, dostarczającymi dużej ilości nasion oraz drzewa o rozbudowanej koronie, które umożliwiają poruszanie się po szczytach drzew i zapewniają wystarczającą osłonę (Gurnell i in., 2002; Samaras i Youlatos, 2010).

Preferencje siedliskowe

Populacja euroazjatyckich wiewiórek pospolitych (*Sciurus vulgaris*) na północ od obszaru badawczego Grimsö Wildlife w południowo-środkowej Szwecji była badana pod kątem preferencji siedliskowych. Teren badań był zdominowany przez gatunki drzew iglastych – świerku norweskiego (*Picea abies*) i sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris*) – z domieszką drzew liściastych,

głównie brzozy (*Betula pendula* i *B. pubescens*), osiki (*Populus tremula*) oraz jarzębiny (*Sorbus aucuparia*). Wiewiórka pospolita była najczęściej obecna w lasach starszych niż 35 lat, z czego ponad ¼ areatu stanowił świerk pospolity. Obszar, który wiewiórka preferowała, stanowił 24% analizowanej powierzchni. Z kolei miejsca, które omijała, stanowiły 30% obszaru badań. Wiewiórki są w stanie dotrzeć do wszystkich preferowanych płatów (obszarów, w których są aktywne i żyją), poruszając się po używanych, choć niepreferowanych płatach siedliska. Samce miały znacznie większe arealy osobnicze (średnio 121,6 ha) niż samice (średnio 23,0 ha) (Andrén i Delin, 1994). Przeciętnie występowanie *S. vulgaris* waha się od 0,1 do 1,5 osobnika na hektar (Gurnell i Wauters, 1999). Występuje najliczniej na dużych obszarach lasów iglastych, a także w lasach liściastych, mieszanych i małych drzewostanach iglastych (Shar i in., 2016a).

Dieta wiewiórki

Eurazjatycka wiewiórka pospolita (*S. vulgaris*) ma szeroki zasięg występowania i zamieszkuje różnorodne siedliska, zarówno pierwotne, jak i przekształcone przez człowieka (np. parki miejskie). Jej dieta składa się z wielu pokarmów, w tym roślin, grzybów i materii zwierzęcej. Może być uważana za generalistę pokarmowego, czyli za gatunek jedzący różnorodny pokarm, ale dominują w nim nasiona drzew iglastych oraz liściastych. W siedliskach iglastych najczęściej spożywane są szyszki (głównie sosny i jodły). Natomiast w liściastych nasiona i owoce drzew, a także nasiona drzew iglastych, jeśli są dostępne. W miejscach, gdzie wiewiórki są sztucznie dokarmiane lub jedzą nasiona drzew przeniesionych przez człowieka z innych krajów czy kontynentów, to źródło pokarmu stanowi większość diety. Nadal jednak dostępność nasion decyduje o wyborze żywności – oznacza to, że wiewiórki, jeśli tylko mogą, jedzą nasiona drzew iglastych i liściastych rodzimych na danym obszarze (Krauze-Gryz i Gryz, 2015; Olsen, 2013).

Najbardziej urozmaicona jest dieta wiosenna. Gdy brakuje nasion, wiewiórki znajdują różne pokarmy uzupełniające, którymi są pąki, pędy lub kwiaty roślin, kora drzew oraz inny zielony materiał roślinny. Jedzą także ptasie jaja, pisklęta, bezkręgowce i porosty (Moller, 1983; Nour i in., 1993; Ognev 1940; Rajala i Lampio, 1963; Wauters i Dhondt, 1987). Wiewiórki jedzą również wiele gatunków grzybów. Dostępność pokarmu i czynniki wpływające na sprawność wiewiórek są powiązane z ilością nasion

wytworzonych przez rośliny. Wiewiórki zmieniają swoje zachowania w zależności od rodzaju dostępnego pokarmu. Starają się zapewnić sobie odpowiednie pożywienie, aby zaspokoić okresowe niedobory. Wiewiórki, które spędzają więcej czasu na odzyskiwaniu swoich ukrytych zapasów, mają większe szanse na przeżycie (Wauters i in. 1995).

Ulubiony pokarm wiewiórki pospolitej stanowią nasiona drzew iglastych i orzechy. Ostroimi siekaczami potrafi przegryźć skorupkę orzecha w ciągu kilku sekund. Gdy żeruje na miękkich łupinach żołądździ i kasztanów, widoczne są ślady obierania. Podczas otwierania łupiny orzecha włoskiego wykorzystuje szczelinę, w którą wpycha swoje siekacze (Bosch i Lurz, 2012a; Olsen, 2013). Nasiona z szyszek wydobywa kolejno językiem, po uprzednim obgryzieniu łusek. Wiewiórki żywiące się grzybami suszą je uprzednio na gałęziach. Badacze w Szkocji zaobserwowali pojedyncze grzyby (3–6 sztuk) umieszczone na różnych wysokościach oddzielnych gałęzi tych samych oraz sąsiednich drzew. Jesienią wiewiórka zbiera zapasy na zimę (orzechy i żołądździe), rozmieszczając w licznych spiżarniach – dziuplach, gniazdach i wygrzebanych przez siebie dołkach w ziemi (witryna ekologia.pl). Oznaką, że wiewiórka pospolita żerowała na szyszkach, preferowanej przez tego gryzonia jodły lub innego drzewa iglastego, są stosy pędów oraz szyszek leżących na ziemi pod drzewem (Olsen, 2013).

Odchody *S. vulgaris* są średniej wielkości, owalne z lekko zaostroszonym jednym końcem (Olsen, 2013).

Wiewiórki pospolite mają duże oczy i puszysty ogon, który pomaga im sprawnie wspinać się na drzewa, unikać drapieżników oraz obserwować okolicę i inne wiewiórki. Umiejętności te pozwalają na sprawne zakopywanie i odzyskiwanie schowanego pokarmu oraz unikanie innych osobników wiewiórek (witryna <https://www.animalsasia.org/>).

Pamięć wiewiórki

Życie wiewiórki to złożona gra, polegająca na zakopywaniu pokarmu i zapamiętywaniu lokalizacji tych schowków, ale także na odkrywaniu i wykradaniu cudzych zapasów (Steele i in., 2008).

Wiewiórki nie są w stanie zapamiętać, gdzie złożyły każde nasiono, dlatego są nazywane sadzącymi lasy. Sójki razem z wiewiórkami szarymi odpowiadają za sadzenie wielu hektarów lasów orzecha włoskiego. Wiewiórka pospolita nieświadomie sadzi dęby. Taki rodzaj zachowania i interakcji



Ryc. 7. Wiewiórka pospolita, podgatunek endemiczny dla terenów Szkocji, ze swoimi skarbami i jasnym ogonem
Rysunek ze zdjęcia autorstwa Hazel Thomson.

zwierzę-środowisko nazywamy dyszoochorią, gdy zwierzę nieświadomie sadi nasiona, zapominając o miejscu swojej kolejnej spiżarni (Kurek i in., 2019).

Od dawna wiadomo, że wiewiórki mają niesamowitą pamięć długoterminową, widoczną podczas jesiennych zbiorów. Są w stanie zlokalizować spiżarnie, w których chowają pojedynczo tysiące orzechów. Wykorzystują doskonałą pamięć do przenoszenia przechowywanej żywności, a dzięki zmysłowi węchu potrafią znaleźć swoje skarby. Zapewniają sobie w ten sposób wystarczającą ilość pożywienia, aby przetrwać zimę. Mają doskonały węch i w miesiącach zimowych potrafią znaleźć jedzenie zakopane nawet pod trzydziestocentymetrową warstwą śniegu. Kopią w nim tunele, podążając za zapachem, aby znaleźć jedzenie.

W większości przypadków wykopują własne jesienne zapasy, ale może to być również żywność ukradzioną innym wiewiórkom. Szacuje się, że w wyniku takich „rabunków” wiewiórki tracą 25% zakopanego jedzenia. „Wiewiórka jest otoczona przez samych złodziei!” – to cytat z francuskiego filmu przyrodniczego, pokazujący szukającą swych orzechów i ukrytych spiżarni innych wiewiórek (witryna <https://www.animalsasia.org/>).

Aby zmniejszyć ryzyko utraty zakopanego jedzenia, wiewiórka zdająca sobie sprawę z tego, że jest obserwowana przez inną wiewiórkę, stosuje strategię „zwodniczego przechowywania”. Kopie dziurę i energicznie ją zakrywa, ale bez odkładania orzecha, w ramach skomplikowanej gry mającej na celu zwieść potencjalnych złodziei jedzenia. Wiewiórki są pojętymi uczniami. Projekt badań behawioralnych wykazał, że uczą się technik rozwiązywania problemów, zapamiętują przez długi czas i mogą stosować je w nowych sytuacjach. Ta umiejętność pomaga im przystosować się do życia w nowych środowiskach (Steele i in., 2008).

Wiewiórka szara stała się częstym gościem w przydomowych ogrodach i ma duże szanse na przetrwanie w miastach, ponieważ przystosowała się do zapamiętywania sztuczek związanych z wyciąganiem jedzenia z karmników dla ptaków. Podczas eksperymentu przeprowadzonego przez międzynarodową organizację Animals Asia pięć wiewiórek szarych (*Sciurus carolinensis*) miało pozyskać pokarm (orzechy laskowe) po naciśnięciu dźwigni. W czasie pierwszego doświadczenia wiewiórki otwierały pojemnik średnio w osiem sekund przy pierwszej próbie i tylko w dwie sekundy przy ostatniej próbie. Po upływie 22 miesięcy tym samym wiewiórkom szarym zdobycie orzecha laskowego za pierwszym razem zajęło średnio zaledwie trzy sekundy. Te badania pokazują, że wiewiórki nie tylko pamiętają, gdzie znajduje się

ich pokarm, ale potrafią również zapamiętać i zastosować techniki rozwiązywania problemów, których nie używały od jakiegoś czasu (witryna animalsasia.org).

Badanie dotyczące pamięci europejskich wiewiórek pospolitych oraz inwazyjnych wiewiórek szarych (*Sciurus carolinensis*) przeprowadzone na Uniwersytecie w Exeter w Wielkiej Brytanii potwierdziło, że pod względem wyjątkowych umiejętności zapamiętywania wiewiórki szare przewyższają wiewiórki pospolite. Wiewiórki pospolite w mniejszym stopniu czerpią z zakopanych zapasów, ale potrafią zdobywać pokarm zwierzęcy, np. w postaci piskląt czy jaj. Pamięć przestrzenna wiewiórek pospolitych dotycząca lokalizacji przechowywanej żywności wydaje się krótsza niż pamięć *S. carolinensis* (MacDonald, 1997).

Dlaczego siekacze wiewiórek są pomarańczowe?

Wiewiórka pospolita, podobnie jak inne gryzonie ma siekacze, które rosną całe życie. Gryzonie, na co wskazuje ich nazwa, muszą gryźć i ścierać, w innym wypadku ich przednie zęby, czyli siekacze, urosną do takich rozmiarów, że zwierzę nie będzie mogło ani gryźć, ani zamknąć szczęki. Gryzione pokarmy i substancje powinny być twarde. Zauważalna jest pomarańczowa przednia część siekaczy. To barwa szkliva, która najczęściej skoncentrowana jest na przedniej (mezjalnej) stronie siekaczy. Takie zabarwienie pełni funkcję ochronną, utwardzając szkliwo. Zabbarwienie pomarańczowe do czerwonego wskazuje na obecność żelaza i różni się w zależności od jego koncentracji. Wyraźne zabarwienie siekaczy można zaobserwować także w szkliwie innych gryzoni, np. bobrów. Siekacze bobrów niekiedy rosną w skali roku tyle samo, ile wynosi cała długość ciała bobra. Koncentracja żelaza w badanych siekaczach wiewiórek i bobrów blisko powierzchni szkliva wynosi około 10 procent, a im głębiej i bliżej środka siekacza, tym bardziej stężenie tego pierwiastka stopniowo spada, do mniej niż 0,1% w odległości 20–30 µm od powierzchni. Im mniejsza zawartość żelaza w siekaczu, tym wyższe stężenie wapnia i fosforu (Halse, 1974).



Ryc. 8. Czaszka *Sciurus vulgaris*, płaszczyzna strzałkowa

Anatomia wiewiórek

Czym jest wzór zębowy? To liczba poszczególnych zębów, czyli w przypadku ssaków siekaczy, kłów, przedtrzonowców i trzonowców. Wiewiórki mają następujący wzór zębowy 1023/1013, czyli w szczęce mają z każdej strony po 1 siekaczu, 2 przedtrzonowcach i 3 trzonowcach. Natomiast w żuchwie po 1 siekaczu, 1 przedtrzonowcu oraz 3 trzonowcach. Razem mają 22 zęby (Serafiński 1995).

Cechy morfologiczne różnych podgatunków *Sciurus vulgaris* mogą się różnić zależnie od warunków środowiskowych (Sidorowicz, 1971). Wymiary czaszki i zewnętrzne różnią się w zależności od podgatunku. Długość kłykciowo-podstawna, 44,0–49,3 mm, może wzrastać w Eurazji z północy na południe (Wiltafsky, 1978). Jednak ten wzór nie ma zastosowania w Europie Środkowej (Wiltafsky, 1973), a rozmiar czaszki i klimat nie są ze sobą powiązane (Wiltafsky, 1973; 1976). Zakresy wymiarów tułowia i czaszki (w mm) to: długość tułowia i głowy 206–250; długość ogona 150–205; długość tylnej łapy 51–63; długość ucha 25–36; podstawowa długość czaszki 40,2–48,4; szerokość jarzmowa 29,0–35,2; długość nosa 14,0–18,7 (Miller, 1912; Ognev, 1940; Sidorowicz 1971; Wiltafsky, 1976, 1978).

Czaszka jest szeroka, gładka i zaokrąglona, z głęboką i szeroką mózgo-czaszką i krótką, wąską i głęboką częścią czaszki znajdującą się przed łukami jarzmowymi, w której znajdują się zęby, podniebienie i jama nosowa (Barrett-Hamilton i Hinton, 1910–1922; Miller, 1912).

Gryzonie mają szczęki, które działają na dwa różne sposoby do gryzienia i żucia. Podczas gryzienia szczęka jest przesuwana do przodu, tak że siekacze stykają się ze sobą. Podczas żucia szczęka przesuwa się do tyłu, tak że górne i dolne zęby trzonowe stykają się ze sobą, zaś górne i dolne siekacze nie. Mięśnie umożliwiające ruch szczęki do przodu są różnie rozmieszczone u poszczególnych grup gryzoni. Jednak wszystkie wiewiórki mają jeden z mięśni szczęki (przedni głęboki żwacz) z przyczepem z boku twarzy przed okiem, a następnie przechodzący pod okiem, aby wprowadzić go do żuchwy. Mięsień ten wydaje się zarówno przesuwać szczękę do przodu, jak i wzmacniać zdolność wiewiórek do gryzienia, z której są dobrze znane (Thorington i in., 2012).

Rozmnażanie

W okresie rui samiec wiewiórki pospolitej biega za samicą, obie płcie wykonywają wtedy imponujące skoki między gałęziami. Wiewiórki w ciągu roku mają od dwóch do trzech miotów, a ciąża trwa 38–39 dni. Młode (ślepe i nagie), rodzą się w okresie od kwietnia do sierpnia, w jednym miocie jest ich od trzech do siedmiu. Laktacja trwa 8 tygodni. Młode rozpoczynają samodzielne życie w wieku ok. 10 tygodni, a dojrzałość płciową uzyskują pod koniec pierwszego roku życia (witryna ekologia.pl).

Masa ciała jest kluczowa dla płodności samic wiewiórki. Nie wejdą one w ruję, jeśli nie przekroczą 300 g masy (w Belgii, Północnej Irlandii, Niemczech i innych krajach na tej szerokości geograficznej) oraz 325 g (na Jersey i innych Wyspach Normandzkich). Dzienna zmiana masy ciała samic wiewiórki wynosi 2,9% w okresie przedciążowym (czyli jeśli przyjmiemy, że wiewiórka waży 350 g to jest to odpowiednio 10,14 g dziennie), 3,0% (odpowiednio 10,5 g) w okresie ciąży, oraz 6,9% (odpowiednio 24,15 g) w okresie laktacji (Lurz i in., 2005).

Długość życia

W naturze średnia oczekiwana długość życia wiewiórek pospolitych wynosi około 3,5 roku; niektóre osobniki mogą dożyć nawet siódmego roku życia. W niewoli żyją do dziesięciu lat (Tittensor, 1975). Śmiertelność młodych jest stosunkowo wysoka i powodowana głównie przez ptaki drapieżne oraz ssaki – szczególnie kuny leśne (*Martes martes*) wyspecjalizowały się w polowaniu na wiewiórki. Statystyki wskazują, że na cztery wiewiórczęta mniej niż jedno przeżywa rok. Również człowiek przyczynia się do śmierci wiewiórek przez fragmentację siedlisk (brak ciągłości szlaków, którymi zwierzęta mogą bezpiecznie przejść), wypadki drogowe oraz przez odłów i kontrolowanie populacji na podstawie licencji (Lurz i in., 2005).

Czynniki ryzyka związane z wiewiórką pospolitą

Wiewiórka pospolita jest niestety nośnikiem, wektorem oraz gospodarzem różnego rodzaju patogenów. W kontakcie z tym gryzoniem należy zachować ostrożność, tak jak w przypadku każdego dzikiego zwierzęcia.

Ryc. 9. Wiewiórka pospolita, osobnik młody

Rysunek ze zdjęcia autorstwa Jakuba Haluna.
Uwagę zwracają duże łapy.



Ryc. 10. Wiewiórka pospolita, osobnik młody
Rysunek ze zdjęcia autorstwa Jacky Serody.

Naukowcy z Europy i Stanów Zjednoczonych wykazali obecność szczepów trądu *Mycobacterium leprae* w historycznych szczątkach wiewiórki pospolitej z okresu średniowiecza w Winchester w Anglii (Urban i in., 2024). W celu zbadania transmisji międzygatunkowej trądu zastosowali kompleksowe podejście, łączące wiele linii dowodowych ze źródeł historycznych, materiałów archeologicznych i analizy kopalnego DNA. Badania ujawniły bliski związek między szczepem trądu występującym u wiewiórki a nowo zrekonstruowanym średniowiecznym szczepem ludzkim. Okazało się nawet, że średniowieczny szczep występujący u wiewiórki jest bliżej spokrewniony z niektórymi średniowiecznymi szczepami ludzkimi pochodzącymi z Winchester niż ze współczesnymi szczepami wiewiórki pospolitej z Anglii. Wiewiórka pospolita została zatem zidentyfikowana jako gospodarz zwierzęcy tej choroby w czasach średniowiecznych. Badacze rozpoczęli debatę naukową na temat współczesnych czynników ryzyka potencjalnego przeniesienia prątków trądu przez zakażenia odzwierzęce (Urban i in., 2024; Pfrengle i in., 2021; Schuenemann i in., 2013). Mimo że w Europie nie słyszymy współcześnie o zachorowaniach na trąd, jest on jedną z najstarszych odnotowanych chorób w historii ludzkości i nadal powszechnie występuje w Azji, Afryce oraz w Ameryce Południowej, gdzie każdego roku odnotowuje się ponad 200 000 przypadków (World Health Organization, Regional Office for South-East Asia, 2016, 2020).

Bartonella jest rodzajem bakterii Gram-ujemnych przenoszonych przez krwio pijne wektory stawonogów (Breitschwerdt i Kordick, 2000), które powodują u ludzi zoonozy (choroby odzwierzęce) o wspólnej nazwie bartonelloza. W zależności od szczepu bakterii oraz stanu układu odpornościowego pacjenta bartonellozy mogą mieć różny obraz kliniczny. Mogą mieć przebieg łagodny, w postaci bezobjawowej, samoograniczającej się infekcji, do przebiegu ciężkiego i zagrażającego życiu. Badanie patogenów *S. vulgaris* na terenie Litwy było pierwszym raportem dotyczącym *Bartonella washoensis* w Europie. *B. washoensis* wykryto u wiewiórek pospolitych i ich ektopasożytów. Pchły *Ceratophyllus sciurorum* były bardziej zakażone *B. washoensis* niż kleszcze *Ixodes ricinus*. Zakażenie *B. washoensis* było zróżnicowane w przypadku różnych narządów wewnętrznych wiewiórek (Lipatova i in., 2020). Wyniki litewskiego badania potwierdzają hipotezę, że *S. vulgaris* i ich pchły, *C. sciurorum*, służą odpowiednio jako główny rezerwuuar i wektor odzwierzęcej bakterii *B. washoensis* (Lipatova i in., 2020).

Należy zatem z dużą ostrożnością podchodzić do bezpośredniego kontaktu z osobnikami wiewiórki pospolitej, mając na uwadze, jak wiele różnych chorób jest przenoszonych przez zwierzęta.

Naturalni wrogowie

Śmierć wiewiórek powodują: drapieżniki, brak pokarmu, mroźne warunki pogodowe oraz choroby pasożytnicze. Więcej wiewiórek przeżywa w latach, gdy obficie owocują drzewa stanowiące źródło ich pokarmu (Gurnell, 1983). Drapieżniki obejmują: kunę leśną (*Martes martes*), żbika (*Felis silvestris*), niektóre sowy i ptaki drapieżne, takie jak jastrząb (*Accipiter gentilis*) i myszołów (*Buteo buteo*) (Halliwell, 1997; Kenward i in., 1981; Marquiss i Newton, 1982; Pulliainen, 1984; Pulliainen i Ollimaki, 1996), gronostaja (*Mustela erminea*), który może podbierać młode wiewiórki z gniazda, lisy (*Vulpes vulpes*), koty (*Felis catus*) oraz psy (*Canis familiaris*), które mogą zabijać wiewiórki pospolite, gdy biegają one po ziemi. Na obszarach podmiejskich koty domowe najczęściej uśmiercają wiewiórki (Magris i Gurnell, 2002). Człowiek z kolei wpływa na zwiększoną śmiertelność wiewiórek, niszcząc lub zmieniając ich siedliska, potrącając je na drogach lub zmniejszając populacje przez odławianie (Lurz i in., 2005). Wiewiórka pospolita w Polsce ma status gatunku częściowo chronionego (Dziennik Ustaw Rzeczypospolitej Polskiej Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 16 grudnia 2016 r. w sprawie ochrony gatunkowej zwierząt).

Zależności między wiewiórką pospolitą a wiewiórką szarą

We Włoszech w latach 90. XX wieku próbowano wyeliminować wschodnią wiewiórkę szarą (*Sciurus carolinensis*) (Gmelin, 1788) pochodzącą z Ameryki Północnej, która jest gatunkiem sztucznie wprowadzonym do Włoch w 1948 r. Wiewiórka ta jest większa i cięższa od *S. vulgaris*. Stała się ona gatunkiem obcym inwazyjnym i zaczęła bezpośrednio zagrażać wiewiórkom pospolitym, poprzez ich zastępowanie oraz wykluczenie konkurencyjne.

W 1997 roku włoski Narodowy Instytut Przyrody we współpracy z Uniwersytetem w Turynie podjął działania prewencyjne. Pierwszym krokiem miało być próbne wyłapanie niewielkiej populacji wiewiórek szarych w Raccogni (Turyn) w celu wypróbowania skuteczności zastosowanych technik usuwania tego gatunku. Wstępne wyniki wykazały, że eliminacja była możliwa, ale projektowi sprzeciwiły się radykalne grupy broniące praw zwierząt, które w czerwcu 1997 r. pozwały Narodowy Instytut Przyrody do sądu. Te działania spowodowały zawieszenie projektu i doprowadziły do długiego

dochodzenia sądowego, które zakończyło się w lipcu 2000 r. uniewinnieniem Instytutu. Niemniej jednak trzyletnie zawieszenie wszystkich działań doprowadziło do znacznego rozszerzenia zasięgu występowania wiewiórki szarej, a tym samym jej wyeliminowanie zostało uznane za praktycznie niemożliwe. Dlatego w perspektywie średnio- i długoterminowej szara wiewiórka prawdopodobnie rozprzestrzeni się w kontynentalnej Eurazji. Stanowi to poważne zagrożenie dla przetrwania wiewiórki pospolitej w dużej części jej zasięgu i będzie miało znaczący wpływ na lasy, powodując szkody gospodarcze w uprawach drzewnych (Bertolino i Genovesi, 2003). Obecnie, gdy *S. carolinensis* zadomowiła się na kontynencie, można oczekiwać, że ostatecznie rozprzestrzeni się na znaczną część zasięgu wiewiórki pospolitej.

Wpływ wiewiórki szarej na ekosystem leśny

Poważnym problemem jest działalność tego gatunku związana z okorowaniem drzew. Klon jawor (*Acer pseudoplatanus*) i buk (*Fagus sylvatica*) są szczególnie podatne na okorowanie. Te gatunki drzew bardzo licznie rosną w Wielkiej Brytanii (Rowe i Gill, 1985; Dagnall i in., 1998), a także są szeroko rozpowszechnione w Alpach i innych licznych ekosystemach leśnych w Europie.

Wpływ wiewiórki szarej na populacje wiewiórki pospolitej

Inwazje biologiczne są jedną z głównych przyczyn utraty bioróżnorodności na całym świecie, a pasożyty przenoszone lub nabywane przez obce gatunki inwazyjne mogą stanowić dodatkowe zagrożenie dla gatunków rodzimych. Badacze z Włoch porównali zbiorowiska pasożytów żołądkowo-jelitowych rodzimych *S. vulgaris* w obecności i nieobecności wprowadzonych antropologicznie *S. carolinensis* w celu wykrycia zmian wywołanych przez gatunek obcy. W szczególności zbadali, czy dochodzi do rozprzestrzeniania się północnoamerykańskiego nicienia *Strongyloides robustus* oraz czy występowanie miejscowego pasożyta *Trypanoxyuris sciuri* u wiewiórek pospolitych jest zależne od obecności wiewiórki szarej. Prawdopodobieństwo zarażenia przez oba pasożyty było istotnie wyższe na terenach współzamieszkiwanych przez gatunki obce, gdzie 61% badanych wiewiórek pospolitych (zbadano



Ryc. 11. *Sciurus carolinensis*, czyli wschodnia wiewiórka szara

Rysunek ze zdjęcia wykonanego przez użytkownika witryny flickr.com (<https://www.flickr.com/photos/>)

49 wiewiórek), było zarażonych przez *S. robustus*, a 90% przez *T. sciuri*. Odwrotnie, w obszarach zamieszkałych tylko przez *S. vulgaris* oba pasożyty zarażały odpowiednio 5% wiewiórek pospolitych w przypadku *S. robustus* oraz 70% osobników przez *T. sciuri* (tutaj zbadano 60 wiewiórek). Odkrycia te potwierdzają hipotezę, że *S. vulgaris* nabywają pasożyty *S. robustus* z obcego źródła, jakim jest wiewiórka szara (Romeo i in., 2015).

S. carolinensis nie tylko konkurują z mniejszymi *S. vulgaris*, ale także przenoszą Papparoxwirus (SQPV z rodziny Poxviridae), który jest wysoce patogenny dla *S. vulgaris*. *S. carolinensis* mogą być nosicielami wirusa, a badania przeprowadzone w Wielkiej Brytanii w 2006 r. wykazały, że 61% pozornie zdrowych wiewiórek szarych było narażonych na kontakt z wirusem i mogło być jego nosicielami (McInnes, 2006). Na obszarach, gdzie wirus jest obecny, *S. carolinensis* może zastąpić *S. vulgaris* 20 razy szybciej niż tam, gdzie go nie ma (Rushton i in., 2006). Wirus na szczęście nie został jeszcze odnotowany we Włoszech (Shar i in., 2016a).

Najnowsze badania sugerują możliwy kierunek zajmowania nisz ekologicznych przez gatunek inwazyjny wiewiórki. Badacze z Chin (Yang i in., 2023) ustalili, że *S. carolinensis* mają zdolność przetrwania w bardziej zmiennych warunkach klimatycznych w Ameryce Północnej i zajmują szerszą niszę ekologiczną niż w Europie. Gdyby wiewiórki szare w Europie mogły zajmować tak szeroką niszę ekologiczną jak w Ameryce Północnej, zajmowałyby tu obszar ok. 2,5 raza większy od ich obecnego zasięgu (Yang i in., 2023).

Kolejni badacze z Chin analizowali dynamikę zasięgu wiewiórek szarych i wiewiórek pospolitych w Europie oraz możliwe zmiany zasięgu tych dwóch gatunków w przyszłości ze względu na wpływ potencjalnych zmian klimatu. Interakcje między dwoma gatunkami odgrywają istotną rolę w równowadze ekologicznej europejskich lasów. Proces dalszej ekspansji *S. carolinensis* może mieć znaczący wpływ na równowagę ekologiczną europejskich ekosystemów leśnych (Nie i in., 2023).

Wiewiórka szara została oznaczona jako jeden ze stu najgorszych inwazyjnych gatunków obcych według IUCN (Lowe i in., 2000). Zastąpienie wiewiórki pospolitej przez obcego konkurenta jest jednym z najlepiej udokumentowanych przypadków niszczyielskich skutków inwazji biologicznej na rodzimą faunę (National Research Council, 2020; Millennium Ecosystem Assessment, 2005). Aby zrozumieć, jak następuje ta zamiana, naukowcy z Wielkiej Brytanii i Włoch opublikowali przegląd systematyczny literatury na temat konkurencji i interakcji między tymi gatunkami. Niektóre z czynników odpowiedzialnych za masowe zanikanie występowania wiewiórki

pospolitej były intensywnie badane i dokumentowane w ciągu ostatnich 30 lat, ale stosunkowo niedawno badania terenowe i modele matematyczne ujawniły mechanizmy leżące u podstaw tego zjawiska (McNicol i in., 2020; Santicchia i in., 2022; Wauters i in., 2023).

Paradygmat interakcji pomiędzy wiewiórkami pospolitą i szarą jest bardziej złożony, niż wcześniej sądzono, na co wpływają procesy na poziomie krajobrazu zamieszkiwanego przez te dwa gatunki. Badacze wzięli pod uwagę interakcje dotyczące typu siedliska oraz interakcje między wieloma gatunkami, w tym relacje żywiciel – pasożyt i drapieżnik – ofiara. Wiewiórki szare były wielokrotnie wprowadzane do kilku lokalizacji w Wielkiej Brytanii i Irlandii od 1876 r., a do Włoch od 1948 r. Istnieją pewne różnice między procesem wymiany w Wielkiej Brytanii, Irlandii i Włoszech. Wspominałam już o chorobotwórczym Paporoxwirusie przyczyniającym się do zanikania populacji *S. vulgaris* w Wielkiej Brytanii i Irlandii, który jednak nie występuje we Włoszech (McInnes, 2006). Niedawne badania przeprowadzone we Włoszech (Santicchia i in., 2022), wskazały na prawdopodobne znaczenie także innych patogenów oraz negatywnego wpływu stresu fizjologicznego na zanikanie wiewiórek pospolitych.

Wydaje się, że poza obszarami miejskimi w Irlandii oraz w Szkocji, gdzie populacja kuny leśnej się rozrosła, proces ten doprowadził do zmniejszenia liczebności wiewiórek szarych i powrotu wiewiórek pospolitych (McNicol i in., 2020). Obecnie nie ma dowodów na występowanie podobnego efektu interakcji drapieżnik – ofiara na terenie Włoch. W aktualnych badaniach dotyczących roli drapieżników podkreśla się, że postęp w rozwiązywaniu problemów wynikających z inwazji gatunków obcych wymaga multidyscyplinarnego podejścia. W przypadku wiewiórek pospolitych i szarych zaangażowani byli zoologowie, ekolodzy, leśnicy, weterynarze, mikrobiolodzy, genetycy i matematycy. Przegląd badań pokazuje również, że nawet w tym dobrze zbadanym systemie modelowym nadal istnieją luki w wiedzy i pomimo dziesięcioleci badań nie ma pełnego obrazu wszystkich zaangażowanych mechanizmów. Często brakuje funduszy na powtarzalne badania dotyczące interakcji międzygatunkowych, co utrudnia podsumowania w postaci metaanaliz.

Z praktycznego punktu widzenia różne rodzaje interwencji w zakresie zarządzania – niektóre już ugruntowane, inne dopiero projektowane – mają na celu ograniczenie lub usunięcie wiewiórek szarych w celu ochrony wiewiórek pospolitych. Strategie obejmują także zmniejszenie szkód wyrządzanych przez wiewiórki szare w ekosystemach leśnych. Przetawione interwencje są złożone i wymagają znacznych zasobów oraz mogą wykazywać

ograniczoną skuteczność w całym europejskim zasięgu występowania gatunków inwazyjnych. Wreszcie zarządzanie populacją wiewiórki szarej i wysiłki na rzecz ochrony wiewiórek pospolitych powinny uzyskać szerokie poparcie społeczne, co wskazuje na potrzebę rzetelnej komunikacji – opartej na naukowych podstawach – z decydentami, zainteresowanymi stronami i ogółem społeczeństwa. Tylko biorąc pod uwagę wszystkie te aspekty, możemy mieć nadzieję na uratowanie rodzimej wiewiórki pospolitej przed wyginięciem (Wauters i in., 2023). Świadomość zagrożeń może być pomocna w tworzeniu strategii ochrony wiewiórki pospolitej na terenie Europy.

Dlaczego zimą widzimy wiewiórki rzadziej?

Wiewiórki raczej nie zapadają w torpor ani nie hibernują. W zależności od rodzaju środowiska, w którym przebywają, czasem zachodzą u nich zmiany temperatury ciała (Dausmann i in., 2013).

U dzikich wiewiórek badanych poza laboratorium występowały fazy heterotermiczne. Natomiast u tych samych gatunków, wcześniej badanych przez dziesięciolecia w warunkach laboratoryjnych, nie było oznak zmiany temperatury ciała (Kobbe i Dausmann, 2009; Schmid i Ganzhorn, 2009; Nowack i in., 2010). W związku z tym dowody wskazują, że biologia termiczna zwierząt trzymanyh w niewoli może znacznie różnić się od ich dzikich współplemieńców zarówno w przypadku gatunków heterotermicznych (Geiser i in., 2000; 2007), jak i gatunków wykazujących termoregulację i stałą temperaturę ciała (Warnecke i in., 2007). U *S. vulgaris* mogą występować zmiany temperatury ciała w celu zaoszczędzenia energii, gdy wiewiórka przebywa na wolności (Dausmann i in., 2013).

W okresie zimowym *S. vulgaris* znacznie rzadziej wychodzą ze swoich kulistych gniazd zbudowanych z gałęzi na drzewach oraz z dostosowanych do ich potrzeb gniazd ptasich. Domostwo wiewiórki wyściełane jest mchem oraz porostami (witryna przygodyprzyrody.pl).

Adopcja u wiewiórek

Badanie prowadzone na półwyspie Yukon w Kanadzie wśród populacji sosnowiówek czerwonych (*Tamiasciurus hudsonicus*) przez 19 lat pozwoliło określić, czy wiewiórki te opiekują się małymi wiewiórczętami z cudzego

chovu (Gorrell i in., 2010). Zazwyczaj wiewiórki zachowują się agresywnie wobec innych wiewiórek.

Badacze stwierdzili występowanie adopcji (pięć przypadków wśród 2230 miotów w ciągu 19 lat) u aspołecznych sosnowiówek czerwonych (*Tamiasciurus hudsonicus*). Adopcje zawsze odbywały się pomiędzy krewnymi, podczas gdy sieroty niespokrewnione nigdy nie były adoptowane. Zjawisko to ograniczało się wyłącznie do okoliczności, gdy adoptowany osobnik był w podobnym wieku co młode z miotu samicy, a łączne korzyści z adopcji przewyższały koszty. Adopcje te miały miejsce w różnych latach, a młode były adoptowane przez różne samice. Cztery adopcje miały miejsce, gdy młode miały od 43 do 63 dni. Osobniki (zidentyfikowane przez unikalne kolczyki) widziano karmiące lub gniazdujące z matką zastępczą i jej potomstwem. Pokrewieństwo zostało potwierdzone przy użyciu próbek tkanek zebranych z obu miotów, które zawierały identyczny genotyp w 16 mikrosatelitarnych loci między młodym osobnikiem a resztą miotu samicy (Gorrell i in., 2010).

Przedstawiciel mniej znanego gatunku z rodziny wiewiórkowatych

Podrozdział ten dotyczy gatunku z rodziny wiewiórkowatych polatuchy syberyjskiej, znanej też jako latająca wiewiórka syberyjska – *Pteromys volans* (Linnaeus, 1758).

Gatunek ma szeroki zasięg w północnej Palearktyce, rozciągającej się od Finlandii, Estonii i Łotwy na wschód przez Rosję, Mongolię, północno-zachodnie Chiny po wybrzeże Pacyfiku (Panteleyev, 1998; Sulkava, 1999), w tym obejmuje Półwysep Koreański i północno-wschodnie Chiny oraz pacyficzne wyspy Sachalin (Rosja) i Hokkaido (Japonia). Zamieszkuje tereny od poziomu morza, natomiast w północnych Chinach występuje do wysokości 2500 m n.p.m. W Mongolii występuje w siedliskach leśnych, w tym w pasmach górskich Hövsgöl, Hangai i Hentii oraz w zachodniej części mongolskiego pasma górskiego Ałtaj (Shar i in., 2016b).

Współczesna intensywna gospodarka leśna stanowi główne zagrożenie dla tego gatunku (Hanski i in., 2000). Duże połacie dojrzałych lasów borealnych zostały wycięte i zastąpione przez zagospodarowany krajobraz leśny, który jest mozaiką półnaturalnych lasów, młodych sadzonek i zrębów całkowitych. Fragmentacja lasów stanowi szczególnie problem dla tego gatunku,

ponieważ latające wiewiórki niechętnie przekraczają tereny otwarte, gdzie zmuszone są biegać po ziemi. Poruszając się po gruncie, polatucha szczególnie narażona jest na ataki drapieżników, ponieważ przemieszcza się wolniej oraz jest mniej zwinna. Nienaturalne lasy, sadzone ludzką ręką, cechują się mniejszą liczbą drzew liściastych (są niezbędnym zimowym źródłem pożywienia). Występuje tam także mniej rozkładającego się drewna i mniej dziupli (są potrzebne do budowy gniazd). Opuszczonymi dziuplami preferowanymi przez *P. volans* są te wydrążone przez dzięcioły (Olsen, 2013).

W niektórych częściach Rosji, czyli na obszarach występowania polatuchy syberyjskiej, szacuje się, że do 50% wyrębu jest nielegalne (Kotlobay i Ptichnikov, 2002). Na *P. volans* poluje się również w celu komercyjnego wykorzystania jej futra, ale nie jest to postrzegane jako poważne zagrożenie dla populacji (Nowak, 1991).

W Mongolii zagrożeniem dla latającej wiewiórki syberyjskiej jest utrata siedlisk spowodowana selektywną wycinką, pożarami spowodowanymi przez człowieka oraz naturalnymi pożarami w niektórych częściach jej zasięgu (Shar i in., 2016b).

W Finlandii *P. volans* uważany jest za gatunek narażony na wyginięcie (Rassi i in., 2001). Fińskie Ministerstwo Leśnictwa i Rolnictwa oraz Ministerstwo Środowiska opublikowały szczegółowe wytyczne dotyczące postępowania z latającymi wiewiórkami na terenie lasów. Obszary, na których gatunek jest liczny, to środkowa i południowa Finlandia. Konkretnie zalecenia obejmują ochronę znanych miejsc żerowania i gniazdowania. Zwykle oznacza to, że drzewa otaczające drzewo gniazdowe będą chronione w promieniu 30 m, a „korytarze” drzew otaczające drzewo z dziuplą zostaną zachowane, aby miejsca gniazdowania nie były izolowane (Anonymous, 2002; Anonymous, 2003; Shar i in., 2016b).

Z kolei w Estonii *P. volans* ma status gatunku krytycznie zagrożonego. Jedynymi obszarami, gdzie można spotkać polatuchę, jest północno-wschodni obszar Estonii. Część terenów objętych ochroną stanowią Obszary Natura 2000 (Koskela i in., 2022)

Polatuchy potrafią szybować między drzewami, ale gdy wylądują na ziemi, poruszają się znacznie wolniej. Przemieszczają się lotem ślizgowym dzięki fałdowi skórnemu zwanemu błoną lotną, rozpiętemu między kończynami przednimi i tylnymi. Do lotów wykorzystują przednie i tylne odnóża oraz ogon, aby precyzyjnie sterować i wylądować. Polecam filmy pokazujące lot szybowy tych niesamowitych gryzoni. Latająca wiewiórka syberyjska jest roślinożernym, nadrzewnym gryzoniem, żyjącym w borealnych lasach



Ryc. 12. *Pteromys volans* w locie ślizgowym
Rysunek ze zdjęcia z witryny lake.peipsi.org.

iglastych. W latach 1996–1998 w południowej Finlandii badano za pomocą radiotelemetrii rozmiary *Pteromys volans*, sposób przemieszczania się oraz zachowania związane z użytkowaniem gniazd. Przebadano trzydzieści siedem zwierząt. Średnia wielkość areatu osobniczego wynosiła 59,9 ha dla samców i 8,3 ha dla samic. Arealy samców i samic były kilkakrotnie większe, niż przewidywano na podstawie masy ciała. Podobnie zasięgi występowania *P. volans* były znacznie większe niż u innych szybujących roślinożerców. Samce wykazywały szczególnie dużą mobilność. Średnia odległość przemieszczania z gniazda w nocy wyniosła 292 m, a najdłuższe odnotowane odległości to ponad 2 km. Prawdopodobnym wyjaśnieniem sporego obszaru zamieszkania i dużej mobilności *P. volans* jest zdolność szybowania gantunku. Obie płcie mogą dotrzeć do odległych części swojego areatu osobniczego w celu zdobycia pożywienia, a samce również w celu zdobycia samic. Badane osobniki *P. volans* miały kilka gniazd, zarówno dziupli, jak i gniazd w gałęziach drzew, które były często zmieniane (Hanski i in., 2000).

P. volans szybuje powoli (5–7 m/s), ale wykazuje znaczną sterowność ze względu na obciążenie dolnych partii fałdów skórnych. Gatunek ten prowadzi nocny tryb życia, ale szczyt aktywności jest zależny od cyklu światło/ciemność i pory roku. Zwierzę może zmieniać pory aktywności w poszczególnych porach roku. Może być aktywne również w ciągu dnia, w trakcie wiosennych i letnich dłuższych dni. Gatunek ten najczęściej żywi się pąkami, liśćmi, owocami, baziami, gałązkami, porostami i mezofilem (tkanką miększą) igieł drzew iglastych; rzadziej spożywa nasiona. Odnotowano codzienne spożywanie dużych ilości igieł i liści. Odnotowano również sporadyczne spożywanie materiału pochodzenia zwierzęcego (np. jaj, młodych ptaków i małych ssaków) (Thorington i in., 2012). Spożywa także nasiona brzozy, które przechowuje w swoich spiżarniach (Olsen, 2013).

Część II

Historia wiewiórki

Wyprawa wiewiórki

Od lat spaceruję po lasach Pałędzko-Zakrzewskich, na południowy zachód od Poznania. Wcześniej tylko raz udało mi się natrafić na wiewiórkę pospolitą około 5 km od domu. Jak wielkie było zatem moje zdziwienie, gdy w sierpniu 2021 r. zauważyłam wiewiórkę w ogrodzie. Niestety okazało się, że leży już bez życia. Niniejsze opracowanie jest symbolicznym hołdem składanym temu dobrze znanemu gatunkowi gryzonia.

Hipotezy

W sierpniu panowała susza. Być może wiewiórka przybyła do naszego ogrodu, żeby napić się wody. Rosnący tam orzech włoski (*Juglans regia* L.) nie był jeszcze w pełni dojrzały, ale względnie miękka łupina mogła spowodować, że orzechy stanowiły atrakcyjny pokarm dla wiewiórki. Oczywiście w ogrodzie znajdowały się i inne rośliny iglaste i liściaste, które mogły przywabić wiewiórkę, wśród nich jodła kalifornijska (*Abies concolor*), sosna czarna (*Pinus nigra* Arn.) czy daglezja (*Pseudotsuga Carriere*). Być może wiewiórka szukała jedzenia. Jest to jednak mniej prawdopodobna hipoteza, gdyż wiewiórki wybierają gatunki rodzime. Po drugiej stronie ścieżki zaczyna się bardzo duży kompleks leśny, w którym jest pod dostatkiem drzew iglastych. Słyszałam opowieści o dzikich wiewiórkach podchodzących do ludzi i prosiących o wodę.

Wiewiórka pospolita znaleziona w ogrodzie miała barwę rudą z białym brzuchem. Pierwszym, co rzuciło się w oczy, była masywność jej odnóży. Na żywo zazwyczaj gryzoń ten porusza się na tyle szybko, że widzimy głównie imponującą kitę, która osiąga tę samą długość co ciało *S. vulgaris*.

Fascynacja szkieletami

Bioarcheolog to osoba zajmująca się badaniem tzw. populacji szkieletowych z kontekstów archeologicznych, czyli miejsc pochówku populacji ludzkich z wykopalisk. Antropolog biologiczny to szerszy termin; specjalista w tej dziedzinie bada bowiem zmienność biologiczną człowieka z różnych okresów historycznych, od prehistorii aż do współczesności.

Czym zajmują się wspomniani specjaliści? Morfologią szkieletów, czyli zmianami zachodzącymi w szkielecie ludzkim. Często jest to podział na procesy rozwojowe zachodzące w konkretnych kościach na różnych etapach życia. Skupiają się na analizie długości karmienia piersią oraz składu diety danych populacji. Można badać również procesy patologiczne, czyli różne zmiany widoczne na lub w kościach, świadczące o przebytych stresie, chorobie oraz urazach. Przykładem mogą być np. zapalenia okostnej na powierzchni kości czy inne markery stresu fizjologicznego. W przypadku urazów (np. złamań) widoczne są miejsca połączenia złamanych końców kości w postaci kostniny twardej, zbudowanej z kości splotowatej (Mescher, 2020). Miejsca te u rekonwalescentów są stopniowo zastępowane dojrzałą tkanką kostną, zostają jednak charakterystyczne ślady. Choroby wrodzone i zmiany nowotworowe widoczne są także na powierzchni tkanki kostnej. Można badać również procesy tafonomiczne, czyli wpływ czynników biotycznych i abiotycznych na kości po śmierci. Czynnikiem, który w znacznym stopniu może przyspieszyć proces rozpadu kości, mogą być korzenie roślin rozrastające się na szczątkach ludzkich czy zwierzęcych. W takim środowisku występują bardzo duże siły powodujące degradację (Gabet i in., 2003; Schultz i in., 2003; Pokines i Symes, 2013; Pokines, 2015). Badania mogą dotyczyć oszacowania wieku na podstawie szkieletów osobników dorosłych i nieletnich, na podstawie metody rozszerzonej analizy geometryczno-morfometrycznej części podstawnej kości potylicznej (Zdilla i in., 2022). Połączenie pierścienia bębenkowego i rozwój płytki bębenkowej jest dobrym wskaźnikiem oszacowania wieku w szkieletach płodów i niemowląt (García-Mancuso i in., 2016). Metody mające na celu ustalenie płci taniej niż z wykorzystaniem kosztownych metod genetycznych opierają się m.in. na badaniu morfologii aparatu przedsionkowego znajdującego się w części skalistej kości skroniowej z użyciem tomografii komputerowej (Boucherie i in., 2021).

Dlaczego szkielet wiewiórki?

Po studiach na Akademii Sztuk Pięknych trafiłam na studia podyplomowe z biologii sądowej na Wydziale Biologii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu. Obecnie jestem magistrem nauk przyrodniczych UAM oraz doktorantką w Klinice Gastroenterologii Dziecięcej i Chorób Metabolicznych, w ramach anglojęzycznej Szkoły Doktorskiej Uniwersytetu Medycznego im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu.

W związku z pandemią wirusa SARS-CoV-2 nie miałam dostępu do kolekcji kości znajdujących się na uczelni. Gdy znalazłam niezwyłą wiewiórkę, postanowiłam zbadać, jak wygląda jej szkielet.

W szkle do lasu

Ciało wiewiórki zostało umieszczone w bardzo dużym słoju, z dziurami w wieku. Jest to najprostszy sposób na macerację tkanki, czyli przyspieszenie rozkładu, aż do oczyszczenia go z tkanki miękkiej. Muchówki, czyli różne gatunki much, a także inne owady nekrofilne oraz nekrofagiczne żywią się martwymi tkankami. Muchówki składają jaja w tkance padłych zwierząt. Pod koniec cyklu rozwojowego owady te stają się imago, czyli dorosłymi osobnikami. Innym przykładem owadów dokonujących maceracji są mrówki i chrząszcze. Aby ustalić czas śmierci, entomolodzy wykorzystują znalezione przy zwłokach stadia rozwojowe muchówek (Diptera). Jednym z ostatnich etapów rozkładu tkanek miękkich jest obecność chrząszczy (Coleoptera) bezpośrednio na zwłokach lub w pobliżu. Badanie stadiów rozwojowych znalezionych chrząszczy nazywane jest podejściem sukcesyjnym

Owady nekrofilne obejmują taksony, które preferują zwłoki jako miejsce żerowania, m.in. muchówki z rodziny plujkowatych (Calliphoridae). Do śladów entomologicznych zalicza się żywe i martwe owady, fragmenty owadów, a także ślady ich aktywności.

Nekrofagi (necrophaga), padlinożercy (gr. *nekrós* „trup”, *phágo* „jem, pożeram”) – to organizmy odżywiające się martwymi zwierzętami. Nekrofagami są sępy, hieny, niektóre owady, np. larwy chrząszczy z rodziny Silphidae.

Proces maceracji

Znaleziona martwa wiewiórka pospolita, a dokładniej bardzo małe fragmenty jej tkanek miękkich znajdują się teraz w ciałach fauny i flory lasu. Kości natomiast zostały ułożone w szkielet, we współpracy z Polskim Towarzystwem Ochrony Przyrody Salamandra.

Co się dzieje, gdy muchówki wyczują zapach ciała, na którym mogą się rozwijać? Zlatują się nawet z daleka krótko po śmierci osobnika, którego

ciało stanowi ich pokarm. Składają jaja, które w trakcie cyklu rozwojowego zmieniają się w larwy, a następnie ulegają przepoczwarzeniu. Poczwaraki rozchodzą się i najczęściej można je znaleźć w glebie w pobliżu ciała. Niektóre muchówki (np. *Chrysomya albiceps* oraz *Phormia regina*) mogą ulegać przepoczwarzeniu także bezpośrednio przy źródle pokarmu, czyli w tkankach miękkich lub w glebie zaraz pod nim, ewentualnie w materiałach znajdujących się bezpośrednio przy zwłokach (Matuszewski i Szpila, 2010).

Entomolodzy sądowi badający czas śmierci z danych zebranych wokół zwłok są w stanie precyzyjnie ustalić, kiedy ona nastąpiła. W takiej analizie uwzględnia się wiele czynników. Najważniejsze jest stadium rozwojowe owada i jego gatunek. Istotna jest też temperatura, ponieważ muchy nie mogą się rozwijać poniżej 10°C. Do tego potrzebne są dane pogodowe pokazujące średnie temperatury na danym terenie. Istotne jest właściwe zakonserwowanie zebranego materiału w postaci stadiów rozwojowych owadów. Cennych informacji dostarcza również tzw. sukcesja, czyli to, jakie owady (muchówki czy chrząszcze) znajdują się w pobliżu zwłok i w jakim stanie rozkładu są tkanki miękkie. Gatunki chrząszczy żerujących, które znajdziemy ponad powierzchnią na zasuszonych tkankach miękkich lub kościach, to larwy z rodziny Dermestidae i Cleridae. Natomiast w celu znalezienia larw Staphylinidae i Histeridae, które zagrzebują się w glebie, należy pobrać jej próbkę (Matuszewski i in., 2010). Naukowcy z Muzeum Historii Naturalnej (Naturkundemuseum) w Erfurcie poddają szkielety małych kręgowców procesowi maceracji z wykorzystaniem chrząszczy z rodziny Dermestidae – Skórnikowate (Fischer, 2007).

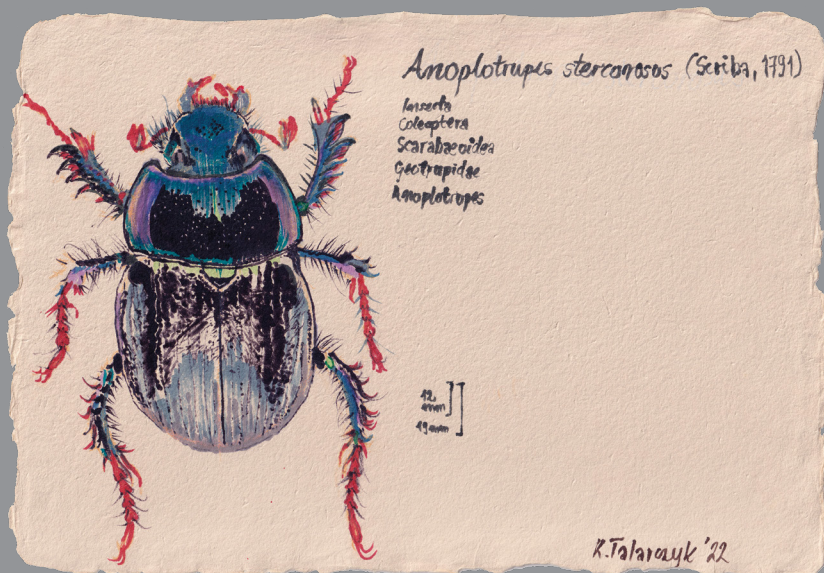
W słoju ze szczątkami wiewiórki, które musiałam oczyścić z sierści i resztek nierozłożonej materii organicznej, znalazłam pokrywy chrząszczy oraz inne części ich ciał. Oznaczenie chrząszczy przez prof. UAM dr hab. Darię Bajerlein wykazało, że w słoju znajdowało się pięć osobników *Anoplotrupes stercorosus* (ryc. 13) oraz samica *Nicrophorus vespillo* (ryc. 14).

To dobrze znany czarny żuk, którego pokrywy opalizują na granatowo. Chrząszcze te preferują pokarm roślinny.

W tym przypadku jest to samica chrząszcza z rodziny Silphidae, czyli Omarlicowatych (ryc. 14), co można rozpoznać po ciemniejszej barwie pokryw (kolor ciemnoczerwony). Chrząszcze tego gatunku żerują parami (samiec i samica), najczęściej na zwłokach małych kręgowców. W celu ukrycia przed innymi padlinożercami zakopują szczątki, a następnie starannie przygotowują je jako pokarm dla przyszłego potomstwa (Evans, 2023).

Ryc. 13. *Anoplotrupes stercorosus*,
czyli żuk leśny

Rysunek na podstawie zdjęcia z witryny
stock.adobe.com.



Ryc. 14. *Microphorus vespillo*, czyli grabarz pospolity

Rysunek na podstawie zdjęcia dr. Lecha Borowca
(witryna <http://cassidae.uni.wroc.pl/>).

Nic w przyrodzie nie ginie i wszystko ma swoje miejsce

Znaleziona wiewiórka trafiła do słoja, w którego wieczku wykonałam otwory. Uprzednio okleiłam sój naturalną włókniną, aby zabezpieczyć szkło przed zapaleniem, a następnie zaniosiłam całość do lasu. Wiewiórka została w lesie przez 6 miesięcy. Następnie musiałam wybrać małe kosteczki ze słoja i rozpocząć pieczołowite, trwające kilkadziesiąt godzin przecedzanie w kuwecie z wodą. Na tym etapie oddzieliłam sierść wiewiórki, która się nie rozłożyła, jak również ciała owadów oraz pozostałości organicznych. Udało mi się wówczas znaleźć kosteczki małe i cienkie jak włos. Kości wiewiórki okazały się nie do końca oczyszczone z tkanek miękkich. W celu bezpiecznego i jak najmniej inwazyjnego ich oczyszczenia za radą prof. UAM dr hab. Joanny Ziomek gotowałam kości w garnku z proszkiem do prania. Dzięki zawartym w nim enzymom nastąpiła reakcja enzymatyczna, powodująca skuteczną macerację tkanek miękkich i oddzielenie ich od kości. Najtrudniej było pozbyć się pojedynczych włosków sierści z wąskich przestrzeni bruzd, szwów i szczelin.

Ułożenie szkieletu jest skomplikowanym zadaniem, i to nie tylko z powodu niewielu materiałów dotyczących anatomii szkieletowej wiewiórek. Kości śródreżca kończyny przedniej oraz śródstopia są bardzo małe. Badana i opisywana przeze mnie wiewiórka była młoda – w przypadku większości kości długich nie nastąpiło kostnienie nasad, będące procesem pozwalającym rosnąć trzonom kości. Dopiero gdy nasady zrosną się z kością, wzrost trzonów kości zostaje zatrzymany. W przypadku szkieletu ludzkiego na podstawie kostnienia nasad można ustalić tzw. wiek kostny osobnika, gdyż zachodzi ono w poszczególnych kościach w różnym czasie (Gleiser i Hunt, 1955; Heikel, 1959).

Zęby policzkowe (trzonowce i przedtrzonowce) wyrzynają się u wiewiórki pospolitej od 7 tygodnia życia, a do 10 tygodnia są już wszystkie zęby policzkowe. Gdy okaz wiewiórki ma pełen zestaw zębów policzkowych lub ich zębodołów, można uznać, że jest dojrzała (Tittensor, 1980). U badanej wiewiórki były wszystkie zęby policzkowe, czyli można ją uznać za dojrzałą.

Szkielet *Sciurus vulgaris fuscoater* w pozycji anatomicznej

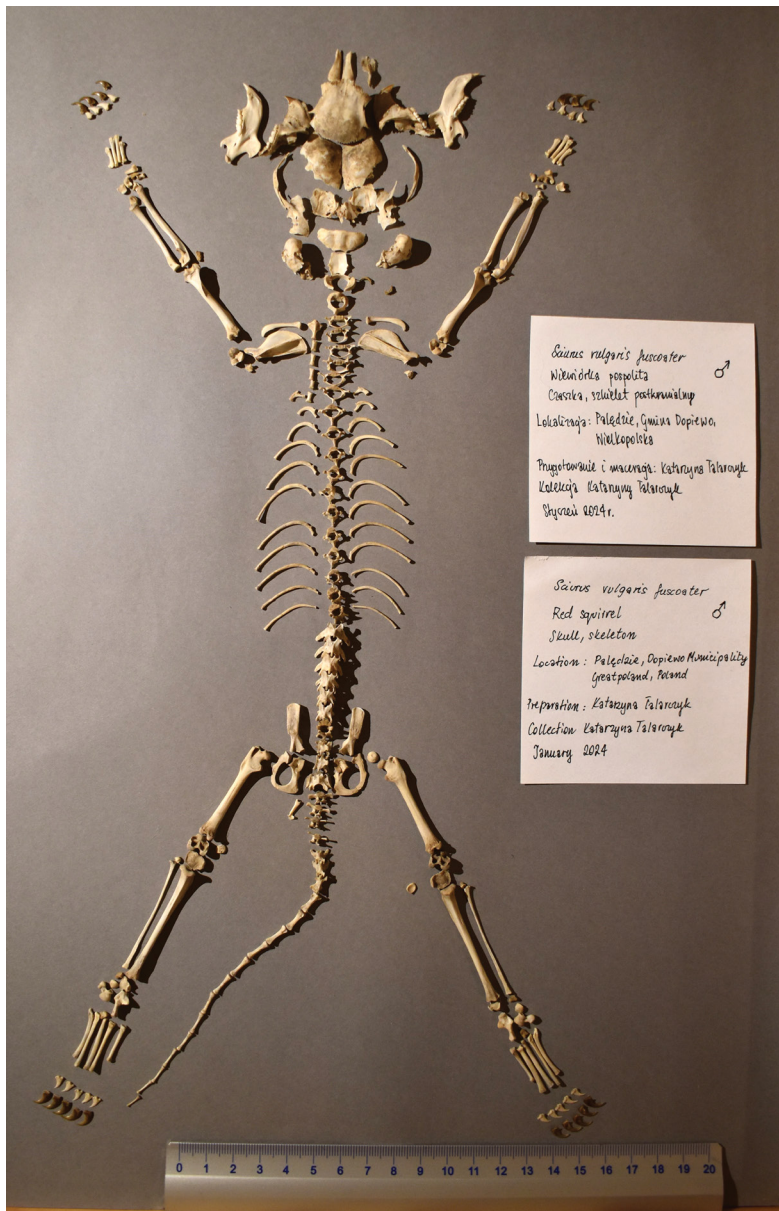
Ułożenie kości *Sciurus vulgaris fuscoater* w pozycji anatomicznej było procesem długotrwałym. Z powodu małej liczby pomocy naukowych dotyczących anatomii wiewiórek dostępnych w języku polskim i angielskim oraz francuskim czy niemieckim nie wszystkie kości udało mi się zidentyfikować. Długo



Ryc. 15. Os baculum *Sciurus vulgaris fuscocater*, czyli kość prącia

też płeć wiewiórki pozostawała dla mnie zagadką, aż w końcu jej określenie stało się możliwe na podstawie jednego elementu szkieletu. Dzięki występowaniu u wiewiórek – podobnie jak u niektórych innych ssaków – kości prącia, czyli *os baculum* (**ryc. 16**), określiłam płeć znalezionej wiewiórki jako męską. Warto przy tej okazji wspomnieć, że samice *S. vulgaris* mają kość łechtaczki – *os clitoridis*.

Badania okazu wiewiórki wykonałam w ramach współpracy z Polskim Towarzystwem Ochrony Przyrody „Salamandra” w Poznaniu zgodnie z obowiązującym prawem (Dziennik Ustaw Rzeczypospolitej Polskiej, 2016). Bazowałam na bezterminowym zezwoleniu na odstępstwo od zakazów obowiązujących w stosunku do gatunków objętych ochroną, wydane dnia 17.06.2021 przez Regionalnego Dyrektora Ochrony Środowiska w Poznaniu dla Polskiego Towarzystwa Ochrony Przyrody „Salamandra”, ul. Stolarska 7/3, 60-788 Poznań, o numerze WPN-II.6401.182.2021.MK (Regionalna Dyrekcja Ochrony Środowiska w Poznaniu, 2021).



Ryc. 16. Szkielet *Sciurus vulgaris fuscoater* ułożony w pozycji anatomicznej, widok grzbietowy. Widoczne są kości zidentyfikowane

Poniżej zamieszczam dokumentację fotograficzną całego eksperymentu maceracji oraz oczyszczania szkieletu.

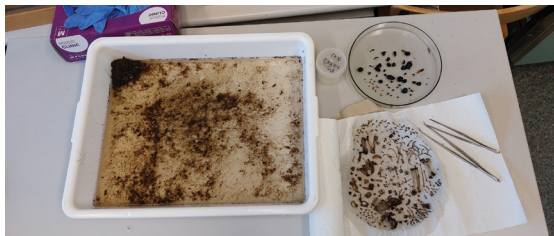


Ryc. 17. Słój ze szczątkami *Sciurus vulgaris fuscoater* po maceracji w lesie; w wieczku widoczne są otwory



Ryc. 18. Słój ze szczątkami *Sciurus vulgaris fuscoater* po maceracji, szkielet przed oczyszczeniem

Ryc. 19. Etapy wybierania szkieletu z resztek sierści i materii organicznej



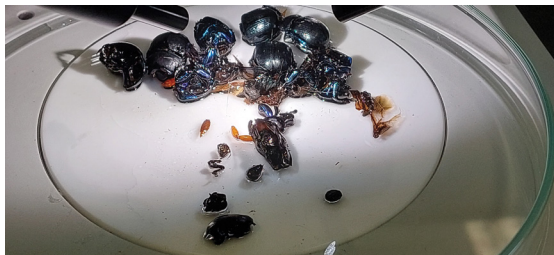
Ryc. 20. Po lewej stronie widoczne szczątki żerujących chrząszczy znalezionych w słoju



Ryc. 21. Stan po gotowaniu kości w proszku enzymatycznym

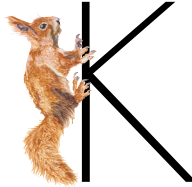


Ryc. 22. Przygotowanie chrząszczy do identyfikacji wg gatunku, wykonanej przez prof. UAM dr hab. Darię Bajerlein



Podczas identyfikacji kości korzystałam z następujących publikacji: Mammal Research Institute of the Polish Academy of Sciences, 2022; Fostowicz-Frelik i in., 2021; Hofmann i in., 2021; Casanovas-Vilar i in., 2018; France, 2009; Leonard i in., 2009; Thorington i Darrow, 2000; Stafford i Thorington, 1998; Emry i Thorington, 1984; Pucek, 1984; Orska, 1976), a także ze zdjęć i skanów anatomii *Sciurus vulgaris fuscoater* oraz innych gatunków wiewiórek i gryzoni zamieszczonych w internecie (witryna Sketchfab).

Podziękowania



SIĄŻKA TA nie powstałaby bez inicjatywy i merytorycznego wsparcia prof. UAM dr hab. Joanny Ziomek – moje serdeczne podziękowania. Bardzo dziękuję za oznaczenie chrząszczy znalezionych w słoju ze szczątkami wiewiórki prof. UAM dr hab. Darii Bajerlein. Dziękuję mojemu tacie, Tomaszowi Talarczykowi za redakcyjne uwagi. Serdeczne podziękowania dla pani prof. dr hab. Marleny Lembicz za inspirację do przygotowania publikacji i mentoring akademicki w ramach projektu WILK „Wzmacnianie i lokowanie kompetencji”. Dziękuję Wydziałowi Biologii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu za wsparcie finansowe na materiały graficzne (papiery czerpane, bloki rysunkowe oraz pisaki Kuretacke) w ramach projektu Mentoring. Dziękuję również za współpracę Polskiemu Towarzystwu Ochrony Przyrody „Salamandra” w Poznaniu. Składam podziękowania dla Profesora UAM dr hab. Mirosława Jurczyszyna za konstruktywną recenzję. Za wsparcie finansowe wydania tej publikacji dziękuję Fundacji na Rzecz Rozwoju Biotechnologii i Genetyki POLBIOGEN.

Literatura

- Abreu, E.F., Pavan, S.E., Tsuchiya, M.T., McLean, B.S., Wilson, D.E., Percequillo, A.R., Maldonado, J.E. (2022). *Old specimens for old branches: Assessing effects of sample age in resolving a rapid Neotropical radiation of squirrels*. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 175, 107576.
- Andrén, H., Delin, A. (1994). *Habitat selection in the Eurasian red squirrel, *Sciurus vulgaris*, in relation to forest fragmentation*. *Oikos*, 70, 43–48.
- Anonymous (2002). *Liito-oravatyöryhmän 2002 raportti*. Työryhmämuistio MMM.
- Anonymous (2003). *Liito-oravan Lisääntymis - ja Levähdyspaikkojen Määrittäminen ja Turvaaminen Metsien Käytössä*. Miljöministeriet (Ministry of the Environment) MMM Dnro 3713/430/2003.
- Barrett-Hamilton, G.E.H., Hinton, M.A.C. (1910–1922). *A history of British mammals*. London: Gurney and Jackson.
- Benetton, G. (2020). *Progettazione, realizzazione e valutazione di un'esperienza di citizen science con censimento faunistico nel Parco Regionale dei Colli Euganei Planning, realization, and evaluation of a citizen science school experience with wildlife census in the Euganean Hills Regional Park* (praca licencjacka). Università Degli Studi Di Padova.
- Bertolino, S., Genovesi, P. (2003). *Spread and attempted eradication of the grey squirrel (*Sciurus carolinensis*) in Italy, and consequences for the red squirrel (*Sciurus vulgaris*) in Eurasia*. *Biological Conservation*, 109(3), 351–358.
- Black, C.C. (1972). *Holarctic evolution and dispersal of squirrels (Rodentia: Sciuridae)*. *Evolutionary Biology*, 6, 305–322.
- Bosch, S., Lurz, P.W.W. (2012a). *Handling of food items (s. 86–87)*. W: *The Eurasian red squirrel. English version*. Die Neue Brehm – Bücherei.
- Bosch, S., Lurz, P.W.W. (2012b). *The Eurasian Red Squirrel *Sciurus vulgaris**. Hohenwarsleben UG, Germany: Westarp & Partner Digital.
- Boucherie, A., Polet, C., Lefèvre, P., Vercauteren, M. (2021). *Sexing the bony labyrinth: A morphometric investigation in a subadult and adult Belgian identified sample*. *Journal of Forensic Sciences*, 66(3), 808–820.
- Breitschwerdt, E.B., Kordick, D.L. (2000). *Bartonella infection in animals: carriership, reservoir potential, pathogenicity, and zoonotic potential for human infection*. *Clinical Microbiology Reviews*, 13(3), 428–438.
- Casanovas-Vilar, I., Garcia-Porta, J., Fortuny, J., Sanisidro, O., Prieto, J., Querejeta, M., Llácer, S., Robles, J.P., Bernardini, F., Alba, D.M. (2018). *Oldest skeleton of a fossil flying squirrel casts new light on the phylogeny of the group*. *Elife*, 7, e39270.
- Clark, E.L., Munkhbat, J., Dulamtseren, S., Baillie, J.E.M., Batsaikhan, N., Samiya, R., Stubbe, M. (2006). *Mongolian Red List of Mammals*. Regional Red List Series (t. 1). London: Zoological Society of London.

- Cohen, K.M., Finney, S.C., Gibbard, P.L., Fan, J.X. (2013) (aktualizacja 2020). *The ICS international chronostratigraphic chart*. Episodes Journal of International Geoscience, 36(3), 199–204.
- Corbet, G.B. (1978). *The mammals of the Palaearctic region: a taxonomic review*. London: British Museum (Natural History).
- Dagnall, J., Gurnell, J., Pepper, H. (1998). *Bark-stripping by gray squirrels in state forests of the United Kingdom: a review*. W: M.A. Steele, J.F. Merritt, D.A. Zegers (red.), *Ecology and Evolutionary Biology of Tree Squirrels*. Virginia Museum of Natural History, Special Publication, 6, 249–261.
- Dausmann, K.H., Wein, J., Turner, J.M., Glos, J. (2013). *Absence of heterothermy in the European red squirrel (Sciurus vulgaris)*. Mammalian Biology, 78, 332–335.
- Degn, H.J. (1973). *Systematic position, age criteria and reproduction of Danish red squirrels (Sciurus vulgaris L.)*. Danish Review of Game Biology, 8, 1–24.
- Demirsoy, A., Yigit, N., Colak, E., Sozen, M., Karatas, A. (2006). *Rodents of Turkiye*. Ankara: Meteksan.
- Dziennik Ustaw Rzeczypospolitej Polskiej. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 16 grudnia 2016 r. w sprawie ochrony gatunkowej zwierząt ze zmianami z dnia 9 stycznia 2020 r. Poz. 26 rozporządzenie Ministra Klimatu z dnia 18 grudnia 2019 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie ochrony gatunkowej zwierząt na podstawie art. 49 ustawy z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody (Dz. U. z 2018 r. poz. 1614, 2244 i 2340 oraz z 2019 r. poz. 1696 i 1815).
- Ellerman, J.R., Morrison-Scott, T.C.S. (1965). *Checklist of Palaearctic and Indian mammals*. London: British Museum (Natural History).
- Emry, R.J., Thorington Jr, R.W. (1982). *Descriptive and comparative osteology of the oldest fossil squirrel, Protosciurus (Rodentia: Sciuridae)*. Smithsonian Contributions to Paleobiology, 47. Washington: Smithsonian Institution Press.
- Emry, R.J., Thorington Jr, R.W. (1984). *The tree squirrel Sciurus (Sciuridae, Rodentia) as a living fossil*. In *Living fossils* (s. 23-31). New York, NY: Springer New York.
- Evans, A.V. (red.). (2023). *The Lives of Beetles: A Natural History of Coleoptera* (t. 3). Princeton University Press.
- Fischer, M. (2007). Preparacja szkieletów. W: G.-R. Riedel (red.), *Die Kunst der Präparation. Kunst preparatorstwa* (s. 28–29). Naturkundemuseum Erfurt, Muzeum Przyrodnicze Oddział Muzeum Nadwiślańskiego w Kazimierzu Dolnym.
- France, D.L. (2009). *Human and nonhuman bone identification: a color atlas*. Crc Press, Taylor & Francis Group.
- Fostowicz-Frelik, Ł., López-Torres, S., Li, Q. (2021). *Tarsal morphology of ischyromyid rodents from the middle Eocene of China gives an insight into the group's diversity in Central Asia*. Scientific Reports, 11(1), 11543.
- Gabet, E.J., Reichman, O.J., Seabloom, E.W. (2003). *The effects of bioturbation on soil processes and sediment transport*. Annual Review of Earth and Planetary Sciences, 31(1), 249–273.

- Gallo, O., Iudici, A., Balestrieri, R. (2024). *Farther inland invasion of Finlayson's squirrel Callosciurus finlaysonii (Horsfield 1823) poses a new conservation challenge for the endemic near threatened Calabrian black squirrel Sciurus meridionalis Lucifero 1907 (Rodentia: Sciuridae)*. Natural History Sciences.
- García-Mancuso, R., Inda, A.M., Salceda, S.A. (2016). *Age estimation by tympanic bone development in foetal and infant skeletons*. International Journal of Osteoarchaeology, 26(3), 544–548.
- Geiser, F., Holloway, J.C., Körtner, G., Maddocks, T.A., Turbill, C., Brigham, R.M. (2000). *Do patterns of torpor differ between free-ranging and captive mammals and birds?* W: G. Heldmaier, M. Klingenspor (red.), *Life in the Cold: 11th International Hibernation Symposium* (s. 95–102). Berlin, Heidelberg and New York: Springer.
- Geiser, F., Holloway, J.C., Körtner, G. (2007). *Thermal biology, torpor and behaviour in sugar gliders: a laboratory-field comparison*. Journal of Comparative Physiology B, 177, 495–501.
- Gleiser, I.Z.A.A.C., Hunt, E.E. (1955). *The estimation of age and sex of preadolescent children from bones and teeth*. American Journal of Physical Anthropology, 13, 479–488.
- Gliwicz, J. (2020). Ssaki. W: C. Błaszak, *Zoologia* (t. 3, cz. 3). Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Gorrell, J.C., McAdam, A.G., Coltman, D.W., Humphries, M.M., Boutin, S. (2010). *Adopting kin enhances inclusive fitness in asocial red squirrels*. Nature Communications, 1(1), 22.
- Grill, A., Amori, G., Aloise, G., Lisi, I., Tosi, G., Wauters, L.A., Randi, E. (2009). *Molecular phylogeography of European Sciurus vulgaris: refuge within refugia?* Molecular Ecology, 18, 2687–2699.
- Gurnell, J. (1983). *Squirrel numbers and the abundance of tree seeds*. Mammal Review, 13, 133–148.
- Gurnell, J., Wauters, L. (1999). *Sciurus vulgaris*. W: A.J. Mitchell-Jones, G. Amori, W. Bogdanowicz, B. Kryštufek, P.J.H. Reijnders, F. Spitzenberger, M. Stubbe, J.B.M. Thissen, V. Vohralík, J. Zima (red.), *The Atlas of European Mammals*. London: Academic Press.
- Gurnell, J., Clark, M.J., Lurz, P.W., Shirley, M.D., Rushton, S.P. (2002). *Conserving red squirrels (Sciurus vulgaris): mapping and forecasting habitat suitability using a Geographic Information Systems Approach*. Biological Conservation, 105(1), 53–64.
- Halliwell, E. (1997). *Red squirrel predation by pine martens in Scotland*. W: J. Gurnell, P.W. Lurz (red.), *The conservation of red squirrels, Sciurus vulgaris L.* (s. 39–48). London: People's Trust for Endangered Species.
- Halse, A. (1974). *Electron microprobe analysis of iron content of incisor enamel in some species of Rodentia*. Archives of Oral Biology, 19(1), 7–11.

- Hanski, I.K., Stevens, P.C., Ihalempiä, P., Selonen, V. (2000). *Home-range size, movements, and nest-site use in the Siberian flying squirrel, Pteromys volans*. Journal of Mammalogy, 81(3), 798–809.
- Haouchar, D., Haile, J., McDowell, M.C., Murray, D.C., White, N.E., Allcock, R.J., Phillips, M.J., Prideaux, G.J., Bunce, M. (2014). *Thorough assessment of DNA preservation from fossil bone and sediments excavated from a late Pleistocene–Holocene cave deposit on Kangaroo Island, South Australia*. Quaternary Science Reviews, 84, 56–64.
- Heikel, H.V. (1959). *On ossification and growth of certain bones of the rabbit; with a comparison of the skeletal age in the rabbit and in man*. Acta Orthopaedica Scandinavica, 29(1–4), 171–184.
- Hofmann, R., Lehmann, T., Warren, D.L., Ruf, I. (2021). *The squirrel is in the detail: Anatomy and morphometry of the tail in Sciuromorpha (Rodentia, Mammalia)*. Journal of Morphology, 282(11), 1659–1682.
- Hofman, S. (2012). *Zwierzęta świata*. Kraków: Wydawnictwo Ryszard Kluszczyński.
- Holm, J. (1987). *Squirrels*. Suffolk: Whittet Books, Cotton Stowmarket.
- Jánossy, D. (2011). *Pleistocene vertebrate faunas of Hungary*. Elsevier.
- Kenward, R.E., Marcström, V., Karlbom, M. (1981). *Goshawk winter ecology in Swedish pheasant habitats*. Journal of Wildlife Management, 45, 397–408.
- Kobbe, S., Dausmann, K.H. (2009). *Hibernation in Malagasy mouse lemurs as a strategy to counter environmental challenge*. Naturwissenschaften, 96, 1221–1227.
- Koh, H.S., Bayarkhagva, D., Kryukov, A., Zhang, M., Lee, B.K., Bazarsad, D., Ho, S.W. (2015). *A study on genetic divergence of the red squirrel Sciurus vulgaris (Rodentia: Mammalia) from six regions in Eurasia: Based on cytochrome b complete sequences*. Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae, 61(4), 361–372.
- Koskela, A., Hurme, E., Metsähallitus Parks & Wildlife Finland, Laasi, T., Estonian Environmental Board (2022). *Description of the current conservation legislation and management procedures of the Siberian flying squirrel (Pteromys volans) in Finland and Estonia*. Flying Squirrel LIFE17 NAT/FI/000469.
- Kotlobay, A., Ptichnikov, A. (2002). *Illegal Logging in the Southern Part of the Russian Far East: Problem Analysis and Proposed Solutions*. Moscow: WWF.
- Krauze-Gryz, D., Gryz, J. (2015). *A review of the diet of the red squirrel (Sciurus vulgaris) in different types of habitats. Red squirrels: ecology, conservation & management in Europe* (s. 39–50). Warwickshire: European Squirrel Initiative.
- Kurek, P., Dobrowolska, D., Wiatrowska, B. (2019). *Dispersal distance and burial mode of acorns in Eurasian Jays Garrulus glandarius in European temperate forests*. Acta Ornithologica, 53(2), 155–162.
- Lemnell, P.A. (1973). *Age determination in red squirrels (Sciurus vulgaris L.)*. International Congress of Game Biology, 11, 573–580.
- Leonard, K.M., Pasch, B., Koprowski, J.L. (2009). *Sciurus pucheranii (Rodentia: Sciuridae)*. Mammalian Species, (841), 1–4.

- Lipatova, I., Razanske, I., Jurgelevicius, V., Paulauskas, A. (2020). *Bartonella washoesis* infection in red squirrels (*Sciurus vulgaris*) and their ectoparasites in Lithuania. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*, 68, 101391.
- Lowe, S., Browne, M., Boudjelas, S., De Poorter, M. (2000). *100 of the world's worst invasive alien species: a selection from the global invasive species database* (t. 12, s. 6). Auckland: Invasive Species Specialist Group.
- Lurz, P.W.W, Gurnell, J., Magris, L. (2005). *Sciurus vulgaris*. *The American Society of Mammalogists. Mammalian species*, 769, 1–10.
- MacDonald, I.M.V. (1997). *Field experiments on duration and precision of grey and red squirrel spatial memory*. *Animal Behavior*, 54, 879–891.
- Magris, L., Gurnell, J. (2002). *Population ecology of the red squirrel (Sciurus vulgaris) in a fragmented woodland ecosystem on the Island of Jersey, Channel Islands*. *Journal of Zoology (London)* 256, 99–112.
- Mammal Research Institute of the Polish Academy of Sciences (2022). *Cranium. Mammals of Białowieża Forest (First Ed.)*. Białowieża: Mammal Research Institute of the Polish Academy of Sciences.
- Marquiss, M., Newton, I. (1982). *The goshawk in Britain*. *British Birds*, 75, 243–260.
- Matuszewski, S., Bajerlein, D., Konwerski, S. (2010). *Katalog owadów przydatnych do ustalania czasu śmierci w lasach Polski. Część 3: Chrząszcze (Insecta: Coleoptera)*. *Problemy Kryminalistyki*, 269 (7/9), 5–21.
- Matuszewski, S., Szpila, K. (2010). *Katalog owadów przydatnych do ustalania czasu śmierci w lasach Polski. Część 2: Muchówki (Insecta: Diptera)*. *Problemy Kryminalistyki*, 268, 26–38.
- McInnes, C. (2006). *Mechanisms of Immune evasion by Orf Virus and the Identification of Virulence Genes*. Dostęp: <http://www.mri.sari.ac.uk/virology-reports-03.asp>
- McNicol, C.M., Bavin, D., Bearhop, S., Ferryman, M., Gill, R., Goodwin, C.E., ..., McDonald, R.A. (2020). *Translocated native pine martens Martes martes alter short-term space use by invasive non-native grey squirrels Sciurus carolinensis*. *Journal of Applied Ecology*, 57(5), 903–913.
- Mescher, A.L. (2020). *Kości*. W: Z. Kmieć, R. Wiaderkiewicz (red.), *Junqueira Histologia. Podręcznik i atlas* (s. 161–163). Edra Urban & Partner.
- Millennium Ecosystem Assessment (2005). *Ecosystems and Human Well-Being: Current State and Trends: Findings of the Condition and Trends Working Group*. Island Press.
- Miller, G.S. (1912). *Catalogue of the mammals of western Europe*. London: British Museum (Natural History).
- Moller, H. (1983). *Foods and foraging behaviour of red (Sciurus vulgaris) and grey (S. carolinensis) squirrels*. *Mammal Review*, 13, 81–98.
- Moszczyńska, M. (2015). *Wiewiórka pospolita*. W: B. Ćwikłowska, C. Ćwikłowski (red.), *Ilustrowana encyklopedia ssaków Polski atlas* (s. 206–207). Kluki: Wydawnictwo Fenix.

- Münch, S. (1998). *Populationsökologie, Aktivität, Raum- und Habitatnutzung beim Europäischen Eichhörnchen (Sciurus vulgaris L.) im Bergmischwald des National parks Bayerischer Wald*. PhD dissertation, Biologisch-Pharmazeutische Fakultät der Friedrich-Schiller Universität, Jena.
- National Research Council (USA). (2000). *Global Change Ecosystems Research*. National Academy Press.
- Nie, P., Yang, R., Feng, J. (2023). *Future Range Dynamics Suggest Increasing Threats of Grey Squirrels (Sciurus carolinensis) against Red Squirrels (Sciurus vulgaris) in Europe: A Perspective on Climatic Suitability*, *Forests*, 14(6), 1150.
- Nour, N., Matthysen, E., Dhondt, A.A. (1993). *Artificial nest predation and habitat fragmentation: different trends in bird and mammal predators*. *Ecography*, 16, 111–116.
- Nowack, J., Mzilikazi, K., Dausmann, K.H. (2010). *Torpor on demand: heterothermy in non-lemur primates Galagomoholi*. *PLoS ONE* 5 (5), e10797.
- Nowak, R.M. (1991). *Walker's Mammals of the World*. Baltimore, USA and London, UK: The Johns Hopkins University Press.
- Ognev, S.I. (1940). *Mammals of the U.S.S.R. and adjacent countries. Mammals of eastern Europe and northern Asia*. Translated from Russian, Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem 1966, 4, 284–377.
- Olsen, L.H. (2013). Mammal tracks; Scat; Feeding signs on trees; Gnawed branches; Feeding signs on spruce cones; Feeding signs on walnuts; Flying squirrel. W: L.H. Olsen, *Tracks and Signs of the Animals and Birds of Britain and Europe* (s. 12, 38, 54, 62, 66, 71). Princeton University Press.
- Orska, J. (1976). *Szkielet*. W: H. Szarski (red.), *Anatomia porównawcza kręgowców* (s. 91–279). Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Naukowe.
- Panteleyev, P.A. (1998). *The Rodents of the Palaearctic Composition and Areas*. Moscow, Russia: Pensoft.
- Pfrenge, S., Neukamm, J., Guellil, M., Keller, M., Molak, M., Avanzi, C., Kushniarevich, A., Montes, N., Neumann, G.U., ... Reiter, E. (2021). *Mycobacterium leprae diversity and population dynamics in medieval Europe from novel ancient genomes*. *BMC Biology*, 19, 220.
- Pokines, J.T., Symes, S.A. (red.). (2013). *Manual of forensic taphonomy*. Taylor & Francis Group.
- Pokines, J.T. (2015). *Forensic recoveries of US war dead and the effects of taphonomy and other site-altering processes*. W: *Hard Evidence* (s. 141–154). Routledge.
- Pucek, Z. (1984). *Klucz do oznaczania ssaków Polski* (wyd. 2 zm. i popr.). Warszawa: Państwowy Instytut Wydawniczy.
- Pulliaainen, E. (1984). *The predation system: seed-squirrel-marten under subarctic conditions*. *Zeitschrift für Säugetierkunde* 49, 121–126.
- Pulliaainen, E., Ollimaki, P. (1996). *A long-term study of the winter food niche of the pine marten Martes martes in northern boreal Finland*. *Acta Theriologica*, 41, 337–352.

- Rajala, P., Lampio, T. (1963). *The food of the squirrel (Sciurus vulgaris) in Finland 1945–1961*. Suomen Riista, 16, 155–185.
- Rassi, P., Alanen, A., Kanerva, T., Mannerkoski, I. (2001). *The Red List of Finnish Species (English Summary)*. Helsinki: Ministry of the Environment & Finnish Environment Institute.
- Regionalna Dyrekcja Ochrony Środowiska w Poznaniu (2021). Zezwolenie na odstępowanie od zakazu posiadania okazu wiewiórki pospolitej nr WPN-II.6401.182.2021. MK w stosunku do gatunków zwierząt, objętych częściową ochroną gatunkową.
- Romeo, C., Ferrari, N., Lanfranchi, P., Saino, N., Santicchia, F., Martinoli, A., Wauters, L.A. (2015). *Biodiversity threats from outside to inside: effects of alien grey squirrel (Sciurus carolinensis) on helminth community of native red squirrel (Sciurus vulgaris)*. Parasitology Research, 114, 2621–2628.
- Rowe, J.J., Gill, M.A. (1985). *The susceptibility of tree species to bark stripping damage by grey squirrels (Sciurus carolinensis) in England and Wales*. Quarterly Journal of Forestry, 79, 183–190.
- Rushton, S.P., Lurz, P.W.W., Gurnell, J., Nettleton, P., Bruemmer, C., Shirley, M.D.F., Sainsbury, A.W. (2006). *Disease threats posed by alien species: the role of a poxvirus in the decline of the native red squirrel in Britain*. Epidemiology and Infection, 134, 521–533.
- Schmid, J., Ganzhorn, J.U. (2009). *Optional strategies for reduced metabolism in gray mouse lemurs*. Naturwissenschaften, 96, 737–741.
- Schultz, J., Williamson, M., Nawrocki, S.P., Falsetti, A., Warren, M. (2003). *A taphonomic profile to aid in the recognition of human remains from historic and/or cemetery contexts*. Florida Anthropologist, 56, 141–147.
- Samaras, A., Youlatos, D. (2010). *Use of forest canopy by European red squirrels Sciurus vulgaris in Northern Greece: claws and the small branch niche*. Acta Theriologica, 55, 351–360.
- Santicchia, F., Wauters, L.A., Tranquillo, C., Villa, F., Dantzer, B., Palme, R., ... Martinoli, A. (2022). *Invasive alien species as an environmental stressor and its effects on coping style in a native competitor, the Eurasian red squirrel*. Hormones and Behavior, 140, 105127.
- Schuenemann, V.J., Singh, P., Mendum T.A., Krause-Kyora, B., Jäger, G., Bos, K.I., Herbig, A., Economou, C., Benjak, A., Busso, P. (2013). *Genome-wide comparison of medieval and modern Mycobacterium leprae*. Science, 341, 179–183.
- Serafiński, W. (1995). *Ssaki Polski. Atlas (s. 46–47)*. Warszawa: Wydawnictwo Szkolne i Pedagogiczne.
- Shar, S., Lkhagvasuren, D., Bertolino, S., Henttonen, H., Kryštufek, B., Meinig, H. (2016a). *Sciurus vulgaris*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T20025A115155900.

- Shar, S., Lkhagvasuren, D., Henttonen, H., Maran, T., Hanski, I. (2016b). *Pteromys volans*. The IUCN Red. *List of Threatened Species 2016*: e.T18702A115144995. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-3.RLTS.T18702A22270935.en>
- Shorten, M. (1962). *Squirrels, their biology and control*. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food Bulletin 184, 1–44.
- Sidorowicz, J. (1958). *Geographical variation of the squirrel Sciurus vulgaris L. in Poland*; Zmienność geograficzna wiewiórki *Sciurus vulgaris L. w Polsce*. Acta Theriologica, 2(7), 141–157.
- Sidorowicz, J. (1971). *Problems of subspecific taxonomy of squirrel (Sciurus vulgaris L.) in Palaearctic*. Zoologischer Anzeiger 187, 123–142.
- Spitzenberger, F. (2002). *Die Säugetierfauna Österreichs. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft*. Umwelt und Wasserwirtschaft, Band.
- Stafford, B.J., Thorington Jr, R.W. (1998). *Carpal development and morphology in archontan mammals*. Journal of Morphology, 235(2), 135–155.
- Steele, M.A., Halkin, S.L., Smallwood, P.D., McKenna, T.J., Mitsopoulos, K., Beam, M. (2008). *Cache protection strategies of a scatter-hoarding rodent: do tree squirrels engage in behavioural deception?* Animal Behaviour, 75(2), 705–714.
- Steppan, S.J., Storz, B.L., Hoffmann, R.S. (2004). *Nuclear DNA phylogeny of the squirrels (Mammalia: Rodentia) and the evolution of arboreality from c-myc and RAG1*. Molecular Phylogenetics and Evolution, 30(3), 703–719.
- Sulkava, S. (1999). *Pteromys volans*. W: A.J. Mitchell-Jones, G. Amori, W. Bogdanowicz, B. Kryštufek, P.J.H. Reijnders, F. Spitzenberger, M. Stubbe, J.B.M. Thissen, V. Vohralík, J. Zima (red.), *The Atlas of European Mammals*. London: Academic Press.
- Tagliacozzo, A., Fiore, I., Rolfo, M.F., Silvestri, L., Salari, L. (2016). *New data on Late Pleistocene and Holocene red squirrel, Sciurus vulgaris L., 1758, in Italy*. Revue de Paleobiologie, Genève, 35, 417–444.
- Thorington Jr, R.W., Darrow, K. (2000). *Anatomy of the squirrel wrist: bones, ligaments, and muscles*. Journal of Morphology, 246(2), 85–102.
- Thorington, R.W., Koprowski, J.L., Steele, M.A., Whatton, J.F. (red.). (2012). *Squirrels of the world*. Johns Hopkins University Press, Baltimore, USA, 130–131.
- Tittensor, A.M. (1975). *The red squirrel*. Forest Record Number 101. London: Her Majesty's Stationary Office.
- Tittensor, A. (1980). *The red squirrel*. Poole: Blandford Press.
- Urban, C., Blom, A.A., Avanzi, C., Walker-Meikle, K., Warren, A.K., White-Iribhogbe, K., ..., Schuenemann, V.J. (2024). *Ancient Mycobacterium leprae genome reveals medieval English red squirrels as animal leprosy host*. Current Biology, 34(10), 2221–2230.
- Warnecke, L., Withers, P.C., Schleucher, E., Maloney, S.K. (2007). *Body temperature variation of free-ranging and captive southern brown bandicoots Isoodon obesulus (Marsupialia: Peramelidae)*. Journal of Thermal Biology, 32, 72–77.

- Wauters, L.A., Dhondt, A.A. (1987). *Activity budget and foraging behaviour of the red squirrel (Sciurus vulgaris, Linnaeus 1758) in a coniferous habitat*. Zeitschrift für Säugetierkunde, 52, 341–353.
- Wauters, L.A., Lurz, P.W., Santicchia, F., Romeo, C., Ferrari, N., Martinoli, A., Gurnell, J. (2023). *Interactions between native and invasive species: A systematic review of the red squirrel-gray squirrel paradigm*. Frontiers in Ecology and Evolution, 11, 1083008.
- Wauters, L.A., Suhonen, J., Dhondt, A.A. (1995). *Fitness consequences of hoarding in the Eurasian red squirrel*. Proceedings of the Royal Society of London, B. Biological Sciences, 262, 277–281.
- Wilson, D.E., Reeder, D.M. (red.). (2005). *Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference* (t. 1). JHU Press.
- Wiltafsky, H. (1973). *Die geographische Variation morphologischer Merkmale bei Sciurus vulgaris L., 1758*. PhD. dissertation, Universität zu Köln, Germany, 271.
- Wiltafsky, H. (1976). *Regionale Unterschiede in der Schädelgröße von Sciurus vulgaris fuscoater Altum, 1876*. Zeitschrift für Säugetierkunde, 41, 278–285.
- Wiltafsky, H. (1978). *Sciurus vulgaris Linnaeus, 1758* Eichhörnchen. W: J. Niethammer, F. Krapp (red.), *Handbuch der Säugetiere Europas, Rodentia* (s. 85–105). Akademische Verlags gesellschaft, Wiesbaden, Germany.
- World Health Organization, Regional Office for South-East Asia (2016). *Global Leprosy Strategy 2016–2020: Accelerating towards a leprosy free world* (WHO Regional Office for South-East Asia).
- World Health Organization, Regional Office for South-East Asia (2020). *Global consultation of National Leprosy Programme managers, partners and affected persons on Global Leprosy Strategy 2021–2030*. Report of the virtual meeting 26–30 October 2020.
- Yang, R., Yu, X., Nie, P., Cao, R., Feng, J., Hu, X. (2023). *Climatic niche and range shifts of grey squirrels (Sciurus carolinensis Gmelin) in Europe: An invasive pest displacing native squirrels*. Pest Management Science, 79(10), 3731–3739.
- Zawidzka, E. (1958). *Geographical distribution of the dark phase of the squirrel (Sciurus vulgaris fuscoater Altum) in Poland; Rozmieszczenie geograficzne ciemnej formy wiewiórki (Sciurus vulgaris fuscoater Altum) w Polsce*. Acta Theriologica, 2(8), 159–174.
- Zdilla, M.J., Pancake, J.P., Russell, M.L., Koons, A.W. (2022). *Ontogeny of the human fetal, neonatal, and infantile basioccipital bone: Traditional and extended eigenshape geometric morphometric analysis*. The Anatomical Record, 305(11), 3230–3242.
- Zizda, J.E. (2018). *The colour phases of the European red squirrel in Ukraine: Similarities and differences by craniometric characters*. Biosystems Diversity, 26(3), 183–187.
- <https://www.animalsasia.org/us/media/news/news-archive/memory-treasure-and-deceit-the-complicated-lives-of-squirrels.html>

<https://www.britannica.com/animal/squirrel/Classification-and-evolutionary-history>
<https://www.ekologia.pl/wiedza/zwierzeta/wiewiorka-pospolita#pid130931>
<https://przygodyprzyrody.pl/wiewiorka-pospolita/>

Źródła fotograficzne do identyfikacji anatomicznej *Sciurus vulgaris*

<https://sketchfab.com/3d-models/sciurus-vulgaris-red-squirrel-wiewiorka-3e2cb0a8ec7a4bfba5b48bd24e8bb2f2>
<https://sketchfab.com/3d-models/sciurus-vulgaris-skull-fc3d00b514c7421a894a084a1b36765e>
<https://sketchfab.com/3d-models/sciurus-aberti-msbmamm33314-0041d8366b384cf683fd8452d0ae3234?fbclid=IwAR0fGxTYS0qXNa-Ehfb0KbA3rwOy-llg3b7LVo2Hnjb7xMoUdEjgsVXL0mw>
<https://sketchfab.com/3d-models/sciurus-arizonensis-msbmamm-32083-0f14bc80cc2b4209bd5eca9a4082351d?fbclid=IwAR0f28vVPq5dYd57y-HlWCsmFZxH-BY6h2cQ1QsXDGfeLWuvZuOzRH3iPFAM>

Źródła fotograficzne do grafik

<https://mymodernmet.com/squirrel-photos-geert-weggen-interview/>
<http://cassidae.uni.wroc.pl/Colpolon/nicrophorus%20vespillo.htm>
<https://www.flickr.com/photos/thartz00/4800747814/>
<https://lake.peipsi.org/mammalia/rodentia/ptermomys-volans?lang=en>
<https://stock.adobe.com/pl/images/anoplotrupes-stercorosus-dor-beetle-is-a-species-of-earth-boring-dung-beetle-belonging-to-subfamily-geotrupinae-dorsal-view-of-dung-beetle-anoplotrupes-stercorosus-isolated-on-white-background/362142498>

CHODZĄC PO LESIE, rozglądam się i szukam zwierząt, owadów i ptaków. Zaskoczył mnie jednak widok wiewiórki pospolitej *Sciurus vulgaris* L. w przydomowym ogrodzie. Nigdy wcześniej nie widziałam wiewiórki z tej strony kompleksu leśnego. Niestety, ta leżała bez oznak życia. Podobnie jak większość gatunków z rodziny wiewiórkowatych *Sciurus vulgaris* L. jest zwierzęciem dziennym, co dość nietypowe dla gryzoni. Postanowiłam oddać hołd sympatycznemu gryzoniowi, tak często widzianemu w lasach, parkach miejskich i w reklamach – tak właśnie powstała niniejsza publikacja.