

ACADEMIA panorama biologia

# ZIMA, WIĘC WARTO BYĆ MAŁYM

O tym, dlaczego łasice miewają skrajnie różną wielkość, mówi **dr Paulina Szafrńska** z Instytutu Biologii Ssaków Polskiej Akademii Nauk w Białowieży.

**ACADEMIA: Czy w ekofizjologii badacze mają do czynienia ze skrajnościami?**

**PAULINA SZAFRAŃSKA:** Ekofizjologia zajmuje się badaniem procesów fizjologicznych w warunkach naturalnych, na gatunkach żyjących na wolności. Skrajne środowiska, takie jak pustynia, wysokie góry czy głębiny morskie, są szczególnie atrakcyjne w badaniach ekofizjologicznych. W takich warunkach wyraźniej widać ograniczenia organizmu, łatwiej można zaobserwować przystosowania fizjologiczne, które sprawiają, że zwierzęta dają sobie radę w ekstremalnych warunkach. W naszej szerokości geograficznej takim wyzwaniem, szczególnie dla małych ssaków, jest zima, kiedy panują niskie temperatury i jest mało pokarmu.

**W swoich badaniach zajmowała się pani łasicami. To małe ssaki drapieżne, u których zaobserwowaliście pewną szczególną właściwość.**

Tak. Łasice są przykładem skrajności. Przede wszystkim u samców tego gatunku spotykamy zarówno bardzo małe osobniki, ważące 50 g, jak i bardzo duże o masie 150 g. To aż trzykrotna rozpiętość! W przypadku ludzi oznaczałoby to, że na ulicy możemy spotkać zarówno mężczyznę ważącego 70 kg oraz takiego o masie 210 kg. W naszych badaniach próbowaliśmy znaleźć odpowiedź na pytanie, jak w ogóle jest możliwe, że w populacji utrzymuje się taka rozpiętość masy ciała.

Drugim powodem, dla którego łasice są interesujące, jest ich wyjątkowo wysokie tempo metabolizmu,

## ZMIENNOŚĆ ŁASIC



JAKUB OSTALOWSKI

dużo wyższe niż u innych ssaków podobnej wielkości. To oznacza, że zwierzęta te muszą często jeść, a są przecież drapieżnikami. Zimą pokarmu jest mało, panują niskie temperatury, z którymi łasice muszą się zmierzyć, idąc na polowanie. Te zwierzęta naprawdę żyją na krawędzi, o czym świadczy wysoka śmiertelność zimowa.

### Skąd takie różnice masy ciała u łasic?

W zimie opłaca się być małym, bo wtedy potrzeba mniej jedzenia. Polowanie wiąże się z wydatkiem energetycznym i łasice, które mogą przeżyć na – powiedzmy – jednym norniku, będą radziły sobie lepiej niż te, którym potrzeba 1,5 nornika. Te drugie muszą bowiem polować dwa razy, co oznacza dodatkowy

wysiłek oraz wystawienie się na niskie temperatury, a to kosztuje energię. Z własnego doświadczenia wiemy, że zimą łatwiej jest pójść na jeden spacer dziennie niż na dwa. Poza tym łasice to bardzo małe zwierzęta (mają długość około 20 cm) i też mają swoich wrogów. Wyjście z bezpiecznej nory na polowanie za każdym razem wiąże się z ryzykiem, że same padną ofiarą drapieżnika.

Duże łasice mają z kolei przewagę latem, ponieważ prawdopodobnie mogą przegonić mniejsze osobniki z danego terytorium i zapłodnić więcej samic, co oznacza większy sukces reprodukcyjny.

### Czy jeden osobnik może zmienić masę ciała w ciągu roku, czy też dotyczy to średniej w populacji?

Masa ciała samców łasic jest bardzo stabilna w ciągu ich życia. Opuszczając matczyną norę, mają już swoje „dorosłe” rozmiary, które się nie zmieniają. Nie jest to znowu takie długie życie. W naturze łasice żyją średnio 11 miesięcy. Zróżnicowanie masy ciała, o którym rozmawiamy, obserwujemy na poziomie populacji. Latem jest najwięcej samców o masie ok. 100 g, a jesienią 70–80 g, przy czym w populacji spotykamy całe spektrum, a więc też wartości pośrednie. Na jesieni duże łasice najprawdopodobniej wymierają.

Różnice obserwujemy też między środowiskami. Na terenach otwartych, na łąkach dominują duże łasice, bo tam są większe ofiary, czyli norniki. Z kolei w lasach mniejsze łasice polują na mniejsze nornice. Prawdopodobnie wydatek energetyczny związany z polowaniem jest podobny w przypadku obu gatunków ofiar, natomiast zysk już nie, co tłumaczy różnice w masie ciała między siedliskami.

### Czym właściwie jest tempo metabolizmu? Laikom kojarzy się ono z „przemianą materii”, ale w fizjologii to chyba nie takie proste...

Tak, to jest przemiana materii, czyli jedzenia w energię. Tempo metabolizmu to tempo, w jakim konsumujemy i przetwarzamy materię na energię chemiczną, ciepło i pracę. W badaniach ekofizjologicznych posługujemy się pojęciem podstawowego tempa metabolizmu (ang. *basal metabolic rate*, BMR), które mierzymy w laboratorium w oparciu o konsumpcję tlenu w jednostce czasu u zwierzęcia, które nie wydaje energii na trawienie pokarmu i znajduje się w temperaturze neutralnej, czyli nie musi się ani ogrzewać, ani chłodzić. Taki standardowy pomiar umożliwia nam porównywanie między sobą różnych osobników, różnych gatunków, a także wpływu warunków panujących w środowisku.

Różnice między organizmami o niskim i wysokim metabolizmie możemy wyjaśnić na przykładzie dwóch samochodów. Wyobraźmy sobie, że na czerwonym świetle stoją „maluch” i ferrari. Z boku oba

### Dr Paulina Szafrńska

interesuje się ewolucją historii życiowych u dzikich zwierząt. W swoich badaniach próbuje określić wpływ środowiska na cechy fizjologiczne i dostosowanie zwierząt, bada także możliwość zmiany cech fizjologicznych w odpowiedzi na zmieniające się warunki środowiskowe.

pszafran@ibs.bialowieza.pl

wydają się robić to samo, tzn. nie poruszają się. Każdy z nich zużywa jednak w tym momencie różną ilość benzyny, „Maluch” oczywiście mniej. Po zmianie świateł ferrari ruszy szybciej i osiągnie większą prędkość. Oba rozwiązania mają swoje wady i zalety. „Maluch” obrazuje niskie tempo metabolizmu: potrzebuje mniej energii na utrzymanie podstawowych funkcji życiowych, ale kiedy potrzebny jest nagły zryw, wtedy

### Jak inaczej zwierzęta radzą sobie z trudnymi, skrajnymi warunkami zimowymi?

Mają trzy możliwości: mogą migrować, czyli przenieść się w cieplejsze rejony, gdzie jest więcej pokarmu. Mogą hibernować, czyli zapaść w sen zimowy. Albo mogą pozostać aktywne i próbować radzić sobie w trudnych warunkach. Mnie najbardziej interesuje ta trzecia sytuacja. Łasice, ryjówki, a także wiele innych małych zwierząt o masie ciała poniżej 1 kg obniżają zimą tempo metabolizmu, dzięki czemu zmniejsza się ich zapotrzebowanie na pokarm. Szczególnie ryjówki są tu ciekawym przykładem. Pod koniec lat 40. ubiegłego stulecia profesor August Dehnel, założyciel Zakładu Badania Ssaków (dziś Instytut Biologii Ssaków), w którym pracuję, zaobserwował, że średnia masa ciała w populacji ryjówek spada zimą o 20%. Fenomen ten do dziś nazywamy zjawiskiem Dehnela. Do niedawna nie było jednak wiadomo, czy duże osobniki po prostu wymierają, czy też zwierzęta te manipulują swoją masą ciała. Kilka miesięcy temu zespół z Instytutu Max Plancka w Niemczech opublikował rewelacyjne badania dotyczące zmian wielkości mózgu tych małych owadożernych ssaków. Okazuje się, że zwierzęta te przed zimą zmniejszają rozmiary swojego mózgu o około 15%, a wiosną zwiększają o 9%. Ta zmiana może częściowo tłumaczyć zarówno spadek masy ciała, jak i spadek tempa metabolizmu.

Niektóre gatunki zwierząt potrafią na pewien czas obniżyć tempo metabolizmu, żeby zaoszczędzić trochę energii. Jelenie i konie Przewalskiego stosują ten mechanizm w mroźne zimowe noce. Inną strategią jest zapadanie w torpor, czyli spowalnianie tempa me-

”  
 W zimie opłaca się być małym, bo wtedy potrzeba mniej jedzenia. Latem zaś dużym, bo łatwiej przegnać mniejszych ze swojego terytorium.

gorzej daje sobie radę. Taki „zryw” w przyrodzie to np. moment, kiedy trzeba uciekać przed drapieżnikiem. Bardzo obciążające są też okoliczności, w których trzeba wydatkować dużo energii przez dłuższy czas, np. kiedy wychowuje się potomstwo. Ferrari to organizm o wysokim tempie metabolizmu. Jeśli zachodzi taka potrzeba, jest w stanie wydatkować więcej energii, ale gorzej radzi sobie w warunkach niedoborów pokarmu.



## ZMIENNOŚĆ ŁASIC

tabolizmu i obniżanie temperatury ciała w czasie, gdy warunki środowiska są wyjątkowo niekorzystne. Jest to strategia częstsza, niżby się mogło wydawać. Na przykład pisklęta języków mogą na kilka dni zapaść w takie odrętwienie, kiedy latem pogorszy się pogoda i rodzice nie są w stanie nałapać dla nich odpowiedniej liczby owadów.

### Skoro inne ssaki tak łatwo mogą zmieniać tempo metabolizmu, to jak to wygląda u ludzi?

Anegdotycznym przykładem są mnisi tybetańscy, którzy są w stanie skrajnie spowolnić swój metabolizm i funkcjonować prawie bez jedzenia. Jednak zarówno u zwierząt, jak i u ludzi zmiany poziomu cech fizjologicznych zachodzą w odpowiedzi na warunki zewnętrzne. Czasami możemy na te warunki wpływać, np. zmienić masę ciała poprzez zmianę ilości spożywanego pokarmu lub hartować się, żeby wzmocnić działanie układu odpornościowego. Sportowcy stosują na przykład trening wysokogórski. Przed zawodami jeżdżą do ośrodków położonych wysoko w górach. W warunkach niskiego ciśnienia parcjalnego tlenu ich organizmy zaczynają produkować więcej czerwonych krwinek, żeby dostarczyć odpowiednią ilość do poszczególnych organów. Ta cecha utrzymuje się jeszcze jakiś czas po powrocie na niziny. Jeśli w tym czasie sportowiec weźmie udział w zawodach, to wydolność jego organizmu jest większa i ma szansę uzyskać lepsze wyniki.

### Czy zmiana warunków środowiska u wszystkich organizmów prowadzi do podobnych zmian?

Niekoniecznie. Niedawno porównano pod tym względem dwa gatunki gęsi. Jedna z nich migruje na dużych wysokościach nad Himalajami, a druga żyje wysoko w Andach. U tego pierwszego gatunku, gęsi tybetańskiej, przystosowanie do dużej wysokości i małej ilości tlenu wiąże się ze zwiększoną wentylacją płuc i szybszą pracą serca. U drugiego, grzywoszyjki andyjskiej, płuca pobierają więcej tlenu, a serce ma większą objętość wyrzutową.

Wysokie góry to bardzo ciekawe środowisko z punktu widzenia fizjologii. My, Europejczycy, źle znosimy wysokość powyżej 2400 m n.p.m. i jesteśmy narażeni na chorobę wysokościową. Objawia się ona bólem głowy, wymiotami, problemami ze snem, a nawet zaburzeniami świadomości. Tak nasza fizjologia reaguje na bodziec środowiskowy, jakim jest niskie ciśnienie i niskie stężenie tlenu w powietrzu. Po pewnym czasie spędzonym na dużej wysokości organizm się dostosowuje do nowych warunków. Najwięcej mogą o tym opowiedzieć himalajscy, którzy wspinają się w wysokich górach. Na takich wyprawach często towarzyszą im tragarze i przewodnicy wywodzący się z lokalnych społeczności, na przykład Sierpowie. Sierpowie nie cierpią z powodu choroby wysokogórskiej, a wydolność ich organizmów jest du-

żo większa niż białych wspinaczy. Dwóch Sierpów, Lhakpa Tenzing i Phurba Thasi, weszło na Mount Everest aż 21 razy!

Badania pokazały jednak, że u ludzi żyjących na dużych wysokościach nie ma jednej, konkretnej cechy odpowiedzialnej za sprawne funkcjonowanie w takich warunkach. Wykryto jednak różnice między nimi a mieszkańcami nizin: mają większą powierzchnię płuc, większą liczbę czerwonych krwinek, większe powinowactwo hemoglobiny do tlenu w płucach i niższe w tkankach. Te różnice częściowo są dziedziczne i wynikają z faktu, że ludzie ci żyją od wieków w wysokich górach. Mieszkańcy nizin są też w stanie do pewnego stopnia zaaklimatyzować się do wysokości, jednak wymaga to czasu, no i Europejczyk raczej nigdy nie osiągnie takiej wydolności jak Sierpa.

### No właśnie, do tego dochodzą różnice osobnicze. Niektórym będzie łatwiej przystosować się do nowych warunków lub osiągać coraz lepsze rezultaty w wyniku treningów niż innym.

Tak, w populacji utrzymuje się zmienność. I tempo metabolizmu, i masa ciała, są determinowane genetycznie, ale stanowią wypadkową działania wielu genów. Możemy sobie wyobrazić, że część tych genów uaktywnia się tylko w określonych warunkach.

Z punktu widzenia fizjologii do każdych skrajnych warunków można się przystosować, o ile nie pojawiają się one nagle.

Zdolność reakcji na warunki środowiska okazuje się kluczowa wobec takich wyzwań jak zachodzące obecnie zmiany klimatu. Co prawda z fizjologicznego punktu widzenia większym problemem jest krótkka, ale skrajna zmiana, np. gwałtowny wzrost temperatury, niż powolna i systematyczna. Fala upałów, która przetoczyła się przez Australię w latach 30. XX w. doprowadziła do masowej śmierci zeberek, ptaków wielkości wróbla, świetnie przystosowanych do życia w gorącym klimacie. Także u nas, w Polsce, podczas upałów zdarzają się zgony wśród ludzi z powodu przegrzania i są one szczególnie częste, jeśli skok temperatury jest gwałtowny. Tak więc z punktu widzenia fizjologii do skrajności można się przystosować, o ile skrajne warunki nie pojawiają nagle.

Z DR PAULINĄ SZAFRAŃSKĄ  
ROZMAWIAŁA AGNIESZKA KLOCH