

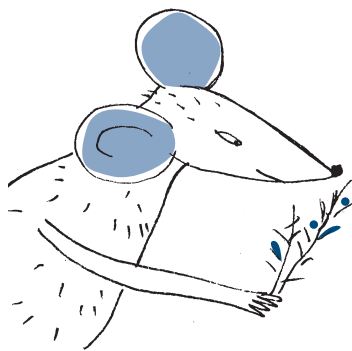
## Jak żyć tak wysoko, jak?

Jest zimno. Wieje wiatr. Pada śnieg. Trudno oddychać. Chce się jeść, a tu tylko porosty pod śniegiem. Jak żyć?

Życie na Ziemi może trwać w różnych warunkach. Najlepiej przystosowujące się do warunków skrajnych są mikroorganizmy zwane ekstremofilami. Znajdujemy je w skrajnych temperaturach (gejzerach i na biegunie zimna), pod wysokimi ciśnieniami (głębiny oceanów), w rejonach wysokiej radiacji, zasolenia, środowiskach kwaśnych i zasadowych, wykryto je nawet w asfaltowym jeziorze na wyspie Trynidad. Badania tych skrajnie dziwnych organizmów rozszerzają wiedzę o życiu, ale też umożliwiają wykorzystanie ich w różnych celach – od rekultywacji zanieczyszczonych terenów (pokopalniane hałdy, wylewy ropy naftowej na oceanach) do produkcji enzymów dla pralnictwa, a także pożytecznych i rzadkich odczynników. Być może początki życia na Ziemi należy lokalizować w ekstremalnych warunkach...

Dotychczasowa wiedza o ekstremofilnych organizmach i cząsteczkach w nich zawartych nie pozwalała zrozumieć, jakim to sposobem skrajne warunki nie uszkadzają ważnych dla życia struktur i procesów. Dzięki badaniom molekularnym udało się, choć częściowo, zrozumieć niektóre z mechanizmów ochronnych. Przyjmuje się, że ewolucja doprowadziła do niewielkich mutacji w genach kodujących białka ekstremofili. Zmiany te poskutkowały istotnymi modyfikacjami przestrzennej struktury łańcuchów białkowych, które stały się odporne na skrajne warunki. Dane takie uzyskali biofizycy badający zjawisko zależności funkcji białka od przestrzennego zwinienia jego łańcucha.

Wiemy już bardzo dużo o liczbie i rodzajach gatunków mikroorganizmów ekstremofilnych, natomiast od dawna mieliśmy przekonanie, że wśród ssaków takie skrajne formy gatunkowe nie występują (chyba że wierzyliśmy w yeti). Tymczasem trzy lata temu zdumieni naukowcy eksplorujący wysokie Andy zaobserwowali na zboczach wygasłego wulkanu, na wysokości 6700 m n.p.m. – mysz! Temperatura nigdy nie wzrasta tam powyżej temperatury topnienia lodu, a stężenie tlenu osiąga 40% stężenia na poziomie morza. Przypadek jednostkowy?



Sądzone, że najwyżej dziko żyjące ssaki to jaki (5000 m n.p.m.) i górskie króliki na zboczach Everestu (6200 m n.p.m.). Nieprzyjazne warunki nie pozwalają na wytwarzanie przez mały, stałocieplny organizm wystarczających zapasów energii. Co prawda od 50 lat znane były z mumifikowane przez mróz myszy znajdowane na wysokościach, w miejscach kultu religijnego Inków, sądzono jednak, że jako takie były wnoszone tam przez kapłanów i wiernych.

A jednak spotkania z żywymi wysokogórkimi myszami powtórzyły się, oznaczono ich gatunek jako *Phyllotis vaccarum*. Aby uzyskać więcej informacji, w 2020 roku w Andy wyruszyły ekspedycje badawcze obejmujące region 21 andyjskich szczytów. Powyżej 6000 m n.p.m. odnaleziono 13 z mumifikowanych myszy, pojmano także 500 żywych, reprezentujących 18 różnych gatunków. Ponieważ mieszkają one 650 m wyżej, niż przebiega granica roślinnego wzrostu, zbadano DNA pobrany z ich żołądków. Na podstawie tych analiz wyciągnięto wniosek, że jedynym źródłem pokarmu znalezionych w Andach „liściouchów” (*Phyllotis*) są porosty.

Naukowcy utworzyli także imitującą warunki wysokogórskie laboratoryjną hodowlę tajemniczych andyjskich gryzoni, co umożliwiło dalszą, dokładniejszą ich obserwację. Teraz do pracy zabrali się genetycy. Myszy posegregowano na grupy w zależności od wysokości, na jakiej zostały schwytane. Ku zdziwieniu ekologów, oczekujących odkrycia nawet nowych gatunków, genomy tak pogrupowanych myszy niewiele różniły się między sobą oraz od genomu myszy żyjącej na poziomie morza. Najwyżej mieszkające myszy różniły się genetycznie wewnątrz grupy mniej niż analizowane myszy z nizin. Takie fakty sugerują, iż ewolucja tej

grupy zwierząt zaczęła się raczej od ekstremofili żyjących wysoko, które stopniowo migrowały w doliny. Taka „odwrocona” ewolucja.

Czytając o tych zadziwiających myszach (mają uszka przypominające kształtem liście), pomyślałam także o przyszłych (?) podróżach międzyplanetarnych i możliwym pożytku płynącym z badań ekstremofilnych ssaków. Ale może już lepiej pozostać w warunkach standardu na Ziemi... i zadbać o jej (Ziemi) i nasz (ludzi) ekologiczny komfort?

Magdalena FIKUS (magda.fikus@gmail.com)