

**Cel i hipoteza:** Przypatrując się pantofelkowi, sośnie czy szczątkom wymarłego tyranozaura, dostrzeżemy, że kilka miliardów lat ewolucji doprowadziło do gigantycznych różnic w wielkości organizmów, a mechanizmem tego zjawiska były zmiany w rozmiarze i liczbie komórek budujących ich ciało. Do dziś jedną z największych tajemnic życia na Ziemi jest wpływ budowy komórkowej na zdolność organizmu do funkcjonowania w środowisku. Czy organizm złożony z wielu małych komórek równie skutecznie unika zagrożeń, poszukuje pokarmu i produkuje potomstwo jak organizm zbudowany z niewielu dużych komórek? Celem niniejszego projektu jest zbadanie wpływu rozmiaru komórek na funkcje życiowe, decydujące o zdolności do rozprzestrzeniania genów w środowisku. Według teorii optymalnego rozmiaru komórki, nad którą pracuje nasz zespół badawczy, rozmiar komórki wynika z rachunku kosztów i zysków, a te zależą od wyzwań środowiska. Z jednej strony, zbudowanie ciała z licznych małych komórek może przynosić korzyści, albowiem im mniejsza jest komórka, tym większa jest jej powierzchnia w stosunku do objętości. Powierzchnię komórki stanowi półprzepuszczalna błona, która działając jak port przeładunkowy, pobiera z otoczenia niezbędne dla funkcjonowania substancje, usuwa na zewnątrz komórki niepotrzebne resztki i powstrzymuje napływ szkodliwych związków. Zbudowanie ciała z małych komórek zwiększa zdolność przeładunkową tych portów, dzięki czemu do centrów energetycznych komórek dociera odpowiednia ilość tlenu i glukozy. Jednak małe komórki są kosztowne, gdyż ich duża powierzchnia błon komórkowych, to wyższe wydatki na utrzymanie portów przeładunkowych w gotowości do działania. Według naszej hipotezy, u organizmów ektotermicznych, których temperatura ciała zmienia się wraz z temperaturą otoczenia, małe komórki umożliwiają sprawne działanie w ciepłym, bogatym w pokarm, ale ubogim w tlen środowisku, natomiast przeszkadzają w chłodnym i ubogim w pokarm, ale bogatym w tlen środowisku. Ziemia jest mozaiką takich warunków, a procesy globalne ciągle te warunki zmieniają. Rozgrzany organizm ektotermiczny, np. ogrzana na słońcu muszka, posiada rozpędzony metabolizm, który umożliwi jej np. zwiększenie szybkości lotu czy intensywności reprodukcji. Jednak potencjał ten będzie zmarnowany jeśli odpowiednia ilość tlenu i pokarmu nie dotrze do komórek jej ciała. Przewidujemy, że muszka zbudowana z małych komórek lepiej poradzi sobie z tym zadaniem. W chłodnym i bogatym w tlen środowisku, wysoka zdolność transportowa małych komórek jest zbędna i niepotrzebnie obciąża organizm kosztami. W takich warunkach lepiej sprawdzą się więc duże komórki.

**Metodyka:** W eksperymentach laboratoryjnych na muszkach owocowych, *Drosophila melanogaster*, sprawdzimy powiązanie między rozmiarem komórek w ciele, a zdolnością muszek do działania w środowiskach zróżnicowanych termicznie i tlenowo. Część muszek (i) posiadać będzie mutacje, wywołane metodami inżynierii genetycznej, w genach odpowiedzialnych za cykl komórkowy. Różnice w rozmiarze komórek między tymi muszkami będą więc miały znane podłoże genetyczne. Inne muszki (ii) pochodzą będą z eksperymentu ewolucyjnego, który w wyniku losowych mutacji oraz naturalnej selekcji zróżnicował genetycznie rozmiary komórek u tych muszek. U jeszcze innych muszek (iii), wywołamy plastyczne (niegenetyczne) zmiany w rozmiarze ich komórek, rozwijając jaja w różnych warunkach termicznych i tlenowych. Aby przekonać się z jakimi różnicami w rozmiarze komórek mamy do czynienia, zmierzmy pięć typów komórek u każdej grupy badanych muszek (i, ii, iii). Zbadamy także architekturę ich układu oddechowego (tchawkowego), który doprowadza tlen do komórek. Dowiemy się jak wyglądają powiązania rozmiaru komórek w różnych tkankach, jaką rolę rozmiar komórek odgrywa w zróżnicowaniu rozmiaru ciała muszek, oraz jakie cechy architektury układu tchawkowego towarzyszą różnym rozmiarom komórek. W pierwszym eksperymencie (1), pozwolimy muszkom o różnych rozmiarach komórek na swobodne latanie w powietrzu o normalnej oraz obniżonej zawartości tlenu, a podgrzewając powietrze sprawdzimy czy mniejsze komórki pomagają sprawnie latać przy wysokiej temperaturze i brakach tlenu. W dwóch następnych eksperymentach (2, 3) mierzyć będziemy szybkość pracy skrzydeł oraz produkcję potomstwa w różnych warunkach termiczno-tlenowych. Sprawdzimy czy w ciepłym i ubogim w tlen środowisku muszki o małych komórkach przewyższają inne muszki pod względem sprawności lotu i rozmnażania (zdolność do lotu i produkcji potomstwa decyduje o rozprzestrzenianiu genów u muszek). W innym eksperymencie (4), porównamy zdolność do pobierania tlenu z powietrza u muszek o różnych rozmiarach komórek (tlen decyduje o zdolności do lotu i produkcji potomstwa). Okaże się, czy małe komórki ułatwiają pobieranie tlenu w środowisku ciepłym, ale ubogim w tlen, kiedy zapotrzebowanie na tlen jest wysokie, a dostęp do niego utrudniony.

**Znaczenie:** Badania umożliwią nam sprawdzenie czy rzeczywiście, jak przewiduje teoria optymalnego rozmiaru komórek, funkcjonowanie organizmu w środowisku zależy od rozmiaru komórek w jego ciele. Jak dotąd nikt przed nami nie próbował zbadać tego intrygującego zjawiska. Jeżeli okaże się, że rozmiar komórek wpływa na zdolności oddechowe muszek, odkrycie to zmieni utarte poglądy dotyczące sprawności układu oddechowego owadów. Nasze wyniki pozwolą wnikać we wcześniej nieznaną zjawiska, które towarzyszą historii ewolucyjnej organizmów oraz wpływają na ich wrażliwość na warunki środowiska. Bez poznania tych zjawisk nie zrozumiemy w pełni przemian ekologicznych i ewolucyjnych, które zachodzą wraz z globalnymi zmianami klimatu, a których jesteśmy sprawcami.