

Wykorzystanie energii przez ptaki i jej związek ze stresem oksydacyjnym

Streszczenie

Większość organizmów potrzebuje energii do utrzymania i funkcjonowania somy, a głównym szlakiem metabolicznym do wytworzenia potrzebnej energii biochemicznej jest metabolizm tlenowy. Zwierzęta napotykać sytuacje, które wymagają zwiększonego zużycia energii, ale dostępność energii jest często ograniczona, co prowadzi do kompromisów ewolucyjnych. Powszechnie znanymi kompromisami są na przykład alokacja zasobów między cechami związanymi z reprodukcją a przeżywalnością, obecnym i przyszłym sukcesem reprodukcyjnym, utrzymaniem somy i cechami wydolnościowymi, a nawet między różnymi cechami odpowiedzialnymi za utrzymanie somy. Każda alokacja energii może również wpływać na produkcję wolnych rodników tlenowych, ponieważ nieuniknioną konsekwencją metabolizmu tlenowego jest produkcja reaktywnych form tlenu (RFT lub ROS od ang. reactive oxygen species). Przeciwutleniacze neutralizują RFT, ale zaburzenie równowagi w kierunku RFT może prowadzić do uszkodzenia biocząsteczek powodując stres oksydacyjny. Przypuszcza się, że stres oksydacyjny jest odpowiedzialny za postępujące obniżenie fizjologicznej wydolności organizmów, prowadząc do procesu starzenia, a ostatecznie do śmierci. Stres oksydacyjny może działać więc jako fundamentalny czynnik wpływający na historię oraz strategię życiową i był obszernie badany w ramach ekologii fizjologicznej. W swoich badaniach skupiłam się na pytaniu w jaki sposób stres oksydacyjny jest związany z zapotrzebowaniem energii u ptaków oraz czy ta zależność może zostać zmieniona. Nasza wiedza na temat wpływu alokacji energii w różnych cechach na stres oksydacyjny, takich jak związek między składnikami budżetu energetycznego (tj. termoregulacja, wysiłek reprodukcyjny) a cechami somatyczno-konserwacyjnymi (tj. mechanizmami obrony

antyoksydacyjnej), jest dość ograniczona i nadal wymaga dalszych badań. W ramach mojej pracy doktorskiej przeprowadziłam różne eksperymentalne manipulacje, które wpłynęły na komponenty metabolizmu ptaków i próbowałam zrozumieć związek między metabolizmem energetycznym a stresem oksydacyjnym w trudnych energetycznie warunkach u dwóch gatunków ptaków; bogatka zwyczajna (*Parus major*) i zeberka australijska (*Taeniopygia guttata*). Postawiłam hipotezę, że stres oksydacyjny działa zarówno jako koszt, jak i ograniczenie w ciągu życia organizmów, reprezentując mechanizm fizjologiczny pośredniczący w kompromisach energetycznych między cechami związanymi z reprodukcją a utrzymaniem somy. W pierwszym badaniu manipulowałam wielkością lęgu u gatunku wolnożyjącego i porównałam wydatek energetyczny na poziomie codziennych aktywności i utrzymania własnego organizmu, oraz koszty na poziomie stresu oksydacyjnego. Samice wychowujące powiększone lęgi podniosły dobowy wydatek energetyczny w porównaniu z samicami wychowujących lęgi naturalnej wielkości, natomiast podstawowe tempo metabolizmu było podobne w obu grupach. Mimo, że samice próbowały skompensować zwiększone wydatki energetyczne powiększonych lęgów poprzez zwiększenie wydatków energetycznych na czynności reprodukcyjne, ich pisklęta nie rozwijały się tak szybko jak pisklęta z grupy kontrolnej. Może to być związane ze zwiększoną konkurencją między rodzeństwem w gnieździe i ograniczeniami energetycznymi ich matek. Samice o wyższym wydatku energetycznym miały niższą wydolność antyoksydacyjną (zależność negatywna), co było powiązane z kosztem wyższego stresu oksydacyjnego (zależność pozytywna), i wskazuje, że stres oksydacyjny może działać jako koszt podczas reprodukcji. W drugim badaniu przetestowałam hipotezę limitu rozpraszania ciepła zakładającą, że zdolność rozpraszania ciepła ciała wytwarzanego podczas intensywnego wysiłku może ograniczać zwierzęta do utrzymania sprawności na wysokim poziomie. Manipulowałam zdolnością do rozpraszania ciepła u hodowli zeberek poprzez wystawienie je na działanie zima (14°C) lub ciepła (25°C),

a później poprzez manipulację strzyżeniem piór wokół łąty łęgowej u matek. Oszacowałam stres oksydacyjny przed rozrodem, w szczytowym okresie zaopatrzenia w pokarm pisklątoraz pod jego koniec. Samice o eksperymentalnie zwiększonej możliwości rozpraszania ciepła traciły mniej masy ciała i wychowywały cięższe i większe potomstwo niż samice niemanipulowane. Sugeruje to, że zdolność do rozpraszania większej ilości ciepła pozwalała samicom inwestować więcej energii w reprodukcję bez ograniczania utrzymania własnej somy zgodnie z hipotezą limitu rozpraszania ciepła. Mimo, że manipulacja strzyżeniem piór i temperaturą otoczenia nie miały wpływu na stres oksydacyjny podczas reprodukcji, zdolność antyoksydacyjna znacznie spadła pod koniec reprodukcji. Wynik ten potwierdza hipotezę, że reprodukcja jest kosztowna pod względem stresu oksydacyjnego. Niniejsza rozprawa dostarcza dowodów, że zdolność do rozpraszania ciepła rzeczywiście działa jako ograniczenie podczas intensywnego obciążenia wysiłkiem, zwłaszcza w ciepłych warunkach, a stres oksydacyjny może działać zarówno jako koszt, jak i ograniczenie podczas czynności reprodukcyjnych. Wysiłkowi rozrodczemu może towarzyszyć niższa zdolność antyoksydacyjna, co może zwiększać ryzyko wystąpienia stresu oksydacyjnego. Można oczekiwać, że ograniczenia termiczne będą stanowić jeszcze większe i bardziej uciążliwe wyzwania dla organizmów w ogóle, a w szczególności w okresie reprodukcji, podczas gdy unikanie stresu oksydacyjnego w czasie reprodukcji może być kluczem do zrozumienia alokacji zasobów między obecnym lub przyszłym rozmnażaniem się.