

Wielkość komórek a tempo metabolizmu i rozwoju diploidalnych i triploidalnych żab wodnych (*Pelophylax esculentus*)

Streszczenie

Wśród organizmów wielokomórkowych obserwuje się znaczne zróżnicowanie wielkości komórek, co w dużej mierze związane jest z wielkością genomu. Wiadomo też, że mniejsze komórki mają wyższe tempo metabolizmu w przeliczeniu na jednostkę masy niż komórki większe. Według jednej z hipotez, tempo metabolizmu całego organizmu powinno być odzwierciedleniem tempa metabolizmu pojedynczych komórek, które składają się na organizm. Poprzez związek z tempem metabolizmu, rozmiar komórek powinien również wpływać na tempo podziałów komórkowych, a co za tym idzie – na tempo wzrostu i rozwoju. Porównania międzygatunkowe nie dają jednak jednoznacznej odpowiedzi co do związku pomiędzy wielkością komórek, tempem metabolizmu na poziomie całego organizmu i tempem wzrostu. U zwierząt zmiennocieplnych, najsilniejszy wpływ na rozmiary komórek mają temperatura i wielkość genomu (zwłaszcza poliploidalność). Powiększenie rozmiarów komórek spowodowane przez niską temperaturę może być przyczyną geograficznej zmienności wielkości ciała; w chłodniejszych środowiskach większość zwierząt zmiennocieplnych rośnie wolniej, ale osiąga większe rozmiary ciała (reguła zależności wielkości ciała od temperatury otoczenia; TSR). U organizmów poliploidalnych nieliczne przykłady wskazują, że większe genomy i komórki mogą powodować wzrost wielkości ciała, jak również mogą obniżać tempo metabolizmu przeliczone na jednostkę masy. Natomiast wpływ temperatury na wielkość komórek somatycznych u zwierząt poliploidalnych prawdopodobnie nigdy wcześniej nie był badany.

Celem mojej pracy doktorskiej było zbadanie związku pomiędzy wielkością komórek, wielkością ciała, tempem wzrostu i tempem metabolizmu u płazów. Obiektem moich badań były diploidalne i triploidalne żaby wodne, *Pelophylax esculentus*, które różniły się wielkością genomu i wielkością erytrocytów, co wykazano w poprzednich pracach. Badanie konsekwencji zróżnicowania wielkości komórek w obrębie jednego gatunku omija problem różnej historii ewolucyjnej gatunków porównywanych w analizach międzygatunkowych. W pierwszej części mojej pracy skupiłem się na wpływie poliploidii i temperatury na wielkość komórek i wielkość ciała kijanek hodowanych w 19 °C i 24 °C. Wykazałem, że ploidia i temperatura istotnie wpływa na wielkość komórek kijanek (erytrocytów i komórek naskórka). Kijanki di- i triploidalne miały większe komórki w 19 °C, a komórki triploidów były większe niż u diploidów w obu temperaturach. Średnia wielkość erytrocytów pentaploidalnej żabki,

która nieoczekiwanie pojawiła się w jednej z krzyżówek, nie była jednak proporcjonalnie większa od tej u triploidów, czego można było oczekiwać na podstawie wielkości genomu. U diploidalnych i triploidalnych żabek temperatura wody, w której żabki rozwijały się jako kijanki, nie wpływała na wielkość ich komórek. Triploidy nadal jednak posiadały większe komórki (hepatocyty i erytrocyty). W dalszej części mojej pracy testowałem hipotezę, że osobniki zbudowane z mniejszych komórek mają wyższe tempo metabolizmu niż osobniki o porównywalnej masie ciała, ale zbudowane z większych komórek. Zgodnie z oczekiwaniami, diploidalne kijanki miały wyższe standardowe tempo metabolizmu (SMR) niż triploidy. Co ciekawe, ploidia nie wpływała jednak na SMR u żabek. Na podstawie uzyskanych wyników, jak również w oparciu o obszerny przegląd literatury, wnioskuję, że wielkość komórek może mieć większe znaczenie dla SMR w wodzie niż na lądzie, ponieważ ilość tlenu zawartego w wodzie jest mniejsza, a jego dostępność w stosunku do zapotrzebowania maleje wraz ze wzrostem temperatury. W wodzie poliploidy zbudowane z większych komórek (o mniejszej powierzchni w stosunku do objętości) mogą być niewystarczająco zaopatrywane w tlen, wobec czego wykazują niższe tempo metabolizmu. Wykazałem również, że temperatura wody, w której hodowane były kijanki, nie miała wpływu na SMR żabek po metamorfozie, co było spójne z brakiem wpływu temperatury wody na wielkość komórek u żabek.

Kijanki obu ploidii były większe i rozwijały się dłużej w niskiej temperaturze, co miało związek z ich większymi komórkami. Nie było to dotychczas obserwowane u płazów i wskazuje, że wielkość komórek może mieć istotne znaczenie w wyjaśnieniu TSR. Wykazałem też, że poliploidia/wielkość komórek wpływa na rozmiar ciała kijanek, ale ich tempo wzrostu zależy w dużej mierze od temperatury. Triploidy rosły szybciej niż diploidy w 19 °C i miały większą masę ciała, ale w 24 °C nie było wyraźnej różnicy w tempie wzrostu pomiędzy ploidiami. Odrzuciłem więc hipotezę, że triploidalne kijanki, zbudowane z większych komórek, rosną wolniej i rozwijają się dłużej w danej temperaturze. Wydaje się, że większe komórki triploidów nie są czynnikiem ograniczającym ich wzrost w niskiej temperaturze.

Wyniki mojej pracy doktorskiej wyraźnie wskazują, że zróżnicowanie wielkości komórek, wywołane przez czynniki środowiskowe i cytogenetyczne, może odgrywać istotną rolę w fizjologii zmiennocieplnych kręgowców. Po raz pierwszy wykazałem, że poliploidia/wielkość komórek może różny sposób wpływać na tempo metabolizmu całego organizmu w obrębie jednego gatunku w zależności od środowiska rozwoju – wodnego lub lądowego. Wykazałem, że niska temperatura w połączeniu z poliploidią skutkuje większymi rozmiarami komórek, jak również większymi rozmiarami ciała, co było pierwszą taką

obserwacją u kręgowców. Największą masę ciała osiągnęły kijanki triploidalne w niskiej temperaturze, co może być potencjalnie korzystne na wyższych szerokościach geograficznych i może tłumaczyć częstsze występowanie osobników triploidalnych w północnych częściach geograficznego zasięgu *P. esculentus*.