

naukowe, także te badania, które zakończyły się niepowodzeniem. Może z tego jeszcze coś dla następnych pokoleń badaczy pozostało?

Janusz Bogdan Faliński (Białowieża)

Czy temperaturowa determinacja płci stanie się ewolucyjną pułapką dla gadów?

W artykule „Dobór fenotypowy”, opublikowanym niedawno na tych łamach (Zajac 1999), autor poruszył problem mechanizmu temperaturowej determinacji płci (TDP) u gadów (rozdział 3.4. Płeć żółwi). U wielu gadów, w tym u większości żółwi, płeć osobników determinowana jest poprzez temperaturę, w jakiej odbywa się inkubacja jaj. Przy rozwoju zarodków w pewnej temperaturze (zwanej temperaturą progową) wykluwają się osobniki obu płci w proporcji 1:1. W wyższej temperaturze wykluwają się, w zależności od gatunku, w przewadze bądź to samice, bądź to samce. Obecnie mamy do czynienia z globalnym wzrostem temperatury, ale wniosek T. Zajęca wysunięty na podstawie prac Janzena (1993, 1994), że żółwie z TDP są zagrożone wyginięciem w przypadku sprawdzenia się prognoz ocieplenia klimatu, jest zbyt mocno postawiony.

Wciąż jest niewiele informacji na temat bezpośredniego wpływu wzrostu temperatury na organizmy żywe. Janzen (1994) próbował eksperymentalnie wykazać jego istnienie dla jednej z populacji żółwia malowanego *Chrysemys picta*. W doświadczeniu autor wykazał zależność między temperaturą powietrza w okresie rozwoju zarodków a proporcją płci w potomstwie żółwi. Wyniki uzyskane przez Janzena są czytelne i jednoznaczne. Problem zaczyna się przy ich dyskusji. Zmiana proporcji płci potomstwa w okresie kilku lat u żółwi (zwierząt długo żyjących), to jeszcze za mało, by udowodnić zaburzenie proporcji płci populacji i prognozować wymieranie populacji pod wpływem ocieplania klimatu. Janzen (1994) badał płeć tylko na jednej plaży, nie wie jaka jest ona na innych lęgowiskach w tej populacji, nie posiada także danych na temat migracji żółwi. Autor sam podaje dwa przypuszczalne mechanizmy „obronne”, dzięki którym żółwie mogą ochronić się przed zaburzeniem stosunku płci – zmiana temperatury progowej oraz składanie jaj w innym, np. wcześniejszym, terminie.

Tę drugą możliwość – zmianę terminu składania jaj – Janzen (1994) odrzuca, uznając ją za mało prawdopodobną. Nie rozumiem dlaczego. Większość żółwi składa jaja w ciągu dłuższego czasu, czasem w okresie kilku miesięcy. Przy

wzroście temperatury żółwie wcześniej obudzą się ze snu zimowego i przystąpią do godów, dlatego wcześniej zaczną składać jaja. O tym, że zmiana terminu składania jaj jest u żółwi możliwa, świadczy przykład żółwia zielonego *Chelonia mydas* (FitzSimmons i in. 1997). Żółwie z różnych australijskich populacji, mimo tego samego regionu godów i nakładających się obszarów, na których żerują, składają jaja w różnym czasie (w jednej z populacji zimą, w pozostałych – latem). Przypuszcza się, że głównym czynnikiem tej zmiany jest temperatura w czasie inkubacji jaj (na niektórych plażach w lecie temperatura jest zbyt wysoka dla prawidłowego rozwoju zarodków).

Druga możliwość, dzięki której żółwie mogłyby zapobiec zaburzeniu proporcji płci w populacji, podawana przez Janzena (1994), to zmiana temperatury progowej. Autor ten podkreśla, że odziedziczalność tej cechy jest niewielka. Nas jednak bardziej interesuje to, że w populacji istnieje zmienność tej cechy. Istnienie zmienności przy silnym, kierunkowym doborze na daną cechę spowoduje zmianę jej średniej wartości nawet w przypadku niskiej odziedziczalności. Niska odziedziczalność temperatury progowej dla zwierząt długo żyjących może być adaptacyjna przy fluktuacjach warunków klimatycznych – dopiero stały wzrost/spadek temperatury w okresie kilku kolejnych lat doprowadzi do zmiany średniej wartości temperatury progowej w populacji.

Wzrost temperatury żółwie mogą „kompensować” także poprzez zmiany behawioru. Mogą one składać jaja w mniej lub bardziej zacienionych miejscach. Ma to bezpośredni wpływ na temperaturę, w jakiej zachodzi inkubacja jaj, a tym samym na płeć potomstwa (Vogt i Bull 1984). Możliwe jest także składanie jaj płycej lub głębiej, co będzie dawać podobny efekt (Wilhoft i in. 1983). Niestety nie wiadomo, czy takie zachowania są dziedziczne.

Jak widać możliwych jest kilka mechanizmów, dzięki którym żółwie są w stanie zapobiec zaburzeniu proporcji płci w populacji przy ociepleniu klimatu. Trudno przypuszczać, żeby gatunki, z których wiele przeżyło kilka kolejnych zlodowaceń i ociepleń, były bezpośrednio zagrożone wyginięciem poprzez niewielki wzrost temperatury. Osobiście uważam, że bardziej niebezpieczne dla przeżycia żółwi charakteryzujących się TDP mogą okazać się zmiany środowiska pod wpływem ocieplenia klimatu – np. dla żółwi morskich podniesienie się poziomu mórz i zalanie wielu plaż, na których obecnie składają one jaja. Takie gatunki rzeczywiście mogłyby być mocno zagrożone przez wzrost temperatury.

Obecnie akceptowany jest przez większość badaczy pogląd, że temperaturowy mechanizm determinacji płci jest mechanizmem adaptacyjnym. Ostatnio na

łamach *Trends in Ecology and Evolution* miała miejsce na ten temat dyskusja (Girondot i Pieau 1999, Shine 1999a, 1999b). Takim mechanizmem charakteryzują się nie tylko długo żyjące gady, ale także niektóre z jaszczurek żyjących tylko kilka lat (Shine 1999b). Dla takich gatunków wzrost temperatury w okresie kilku lat mógłby być tragiczny w skutkach. Przypuszczam, że różnorodność warunków, w jakich następuje rozwój zarodków, zapobiega zaburzeniom proporcji płci w populacji.

Na koniec chciałbym zwrócić uwagę na jeszcze jeden „żółwi problem” w artykule T. Zajęca (rozdział 2. Metody mierzenia doboru fenotypowego). Autor przytacza kilka prac, w których wykazano istnienie różnic selekcyjnych oddziałujących na cechy morfologiczne. Byłbym bardzo ostrożny w podpieraniu wniosków do tego rozdziału pracą Janzena z 1993 roku. Wnioski dotyczące przeżywalności młodych osobników żółwia *Chelydra serpentina* w zależności od ich wielkości mogą być słuszne, ale sam sposób przeprowadzenia eksperymentu daleko odbiega od poprawności – krytykę pracy Janzena (1993) można znaleźć w pracy Congdona i in. (1999).

A żółw *Chelydra serpentina* to po polsku żółw jaszczurowaty i nie ma potrzeby tworzenia dla niego nowej nazwy.

Congdon J. D., Nagle R. D., Duhman A. E., Beck C. W., Kinney O. M., Yeomans S. R. 1999 – The relationship of body size to survivorship of hatchling snapping turtles (*Chelydra serpentina*): an evaluation of the “bigger is better” hypothesis – *Oecologia*, 121: 224–235.

FitzSimmons N., Moritz C., Limpus C. J., Pope L., Prince R. 1997 – Geographic structure of mitochondrial and nuclear gene polymorphisms in Australian green turtle populations and male-biased gene flow – *Genetics*, 147: 1843–1854.

Girondot M., Pieau C. 1999 – A fifth hypothesis for the evolution of TSD in reptiles – *Trends Ecol. Evol.* 14: 359–360.

Janzen F. J. 1993 – An experimental analysis of natural selection on body size of hatchling turtles – *Ecology*, 74: 332–341.

Janzen F. J. 1994 – Climate change and temperature-dependent sex determination in reptiles – *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 91: 7487–7490.

Shine R. 1999a – Why is sex determined by nest temperature in many reptiles? – *Trends Ecol. Evol.* 14: 186–189.

Shine R. 1999b – Reply from R. Shine – *Trends Ecol. Evol.* 14: 360–360.

Vogt R. C., Bull J. J. 1984 – Ecology of hatchlings sex ratio in map turtles – *Ecology*, 65: 582–587.

Wilhoft D. C., Hotaling E., Franks P. 1983 – Effect of temperature on sex determination in embryos of snapping turtle, *Chelydra serpentina* – *J. Herpetol.* 17: 38–42.

Zajęc T. 1999 – Dobór fenotypowy – *Wiad. Ecol.* 45: 301–319.

Sławomir Mitrus (Kraków)