

## Gen melanizmu znaleziony u krępaka brzożowego

Autor tekstu: **Jerry Coyne**

Tłumaczenie: **Małgorzata Koraszewska**

**N**o cóż, gen właściwie został zlokalizowany, jeszcze nie zidentyfikowany. Ale wkrótce będzie.

Jest to historia o tym, co wielu ewolucjonistów uważa za najlepiej udokumentowany przykład doboru naturalnego w rzeczywistym czasie: ewolucji „melanizmu przemysłowego” ([http://pl.wikipedia.org/wiki/Melanizm\\_przemys%C5%82\\_owy](http://pl.wikipedia.org/wiki/Melanizm_przemys%C5%82_owy)) (ciemna barwa w reakcji na zanieczyszczenie środowiska) u krępaka brzożowego, *Biston betularia*. Normalnym wyglądem tej ćmy jest biała barwa z czarnymi plamkami (przypominająca pieprz i stąd angielska nazwa *pepper moth*; ta postać jest także nazywana "typica"):



[Zdjęcie Bob Fredrick z Arkive](#)

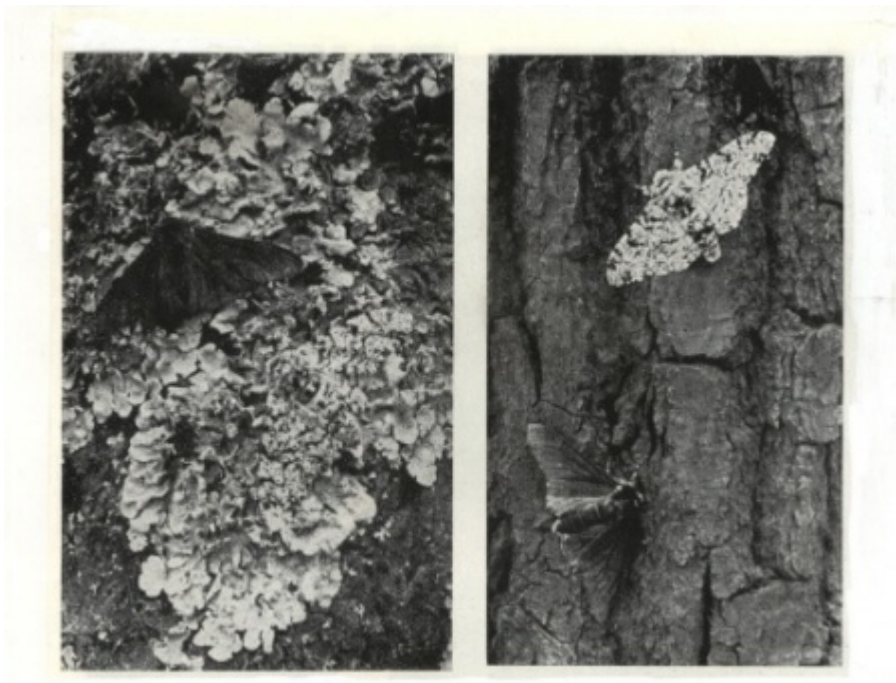
(<http://www.arkive.org/peppered-moth/biston-betula>

ria/)

Na początku XIX wieku brytyjscy kolekcjonerzy znaleźli kilka całkowicie czarnych egzemplarzy (nazywanych "*carbonaria*"), z których pierwszego opisano w 1848 r., ale występowały bardzo rzadko: tylko w kilku setnych jednego procenta znalezionych ciem. (Brytyjczycy są sumiennymi entomologami-amatorami, a więc zebrane dane są całkiem dobre.) Późniejsze testy genetyczne pokazały, że różnica między *carbonaria* a *typica* była spowodowana jednym genem, z ciemnym kolorem jako dominującym.

Do 1898 r. częstotliwość występowania ciemnej postaci zwiększyła się skokowo, osiągając 98%

w lasach wokół Manchesteru. Wzrosła także w innych częściach Anglii, szczególnie tych uprzemysłowionych. Na obszarach wiejskich częstotliwość występowania ciemnej odmiany była niższa. Ten skoordynowany wzrost w tak krótkim czasie wskazywał na działanie doboru naturalnego. Choć było kilka teorii, jak to działało, najbardziej prawdopodobne wydawało się wyjaśnienie, że jest to oparte na kamuflażu: w miarę jak uprzemysłowienie przyciemniało sadzą pnie drzew i zabijało porosty, *typica* nie była już dłużej mało widoczna na uprzednio jasnych drzewach (szczególnie na brzozech) i zamiast tego ciemna forma była teraz zakamuflowana. Oto kilka fotografii pokazujących, jak wyraźna jest ciemna postać na przyciemnionych pniach i jasna postać na normalnych drzewach bez sadzy:



Na każdym z powyższych zdjęć są dwie ćmy.

Kiedy Wielka Brytania w latach 1950 przyjęła Ustawę o Czystym Powietrzu, zanieczyszczenia zaczęły się zmniejszać i drzewa straciły swoją ciemną barwę: sadza zmyła się i wróciły porosty. I jak łatwo zgadnąć, zmiana barw cofnęła się: jasno zabarwione ćmy zaczęły powiększać swój udział w populacji, tak że częstotliwość postaci *typica* wynosi 90% na takich terenach jak Manchester, skąd niemal zniknęła przedtem. Oto jak te dwie odmiany wyglądają we współczesnym, niezanieczyszczonym lesie:



Jak powiedziałem, skoordynowany wzrost i spadek genów koloru w całej Wielkiej Brytanii wskazuje na działanie doboru naturalnego, którą to hipotezę poparły podobne zmiany w amerykańskim podgatunku *B. betularia*, szczególnie na zanieczyszczonych obszarach Michigan i Pensylwanii.

Hipotezę, że dobór barwy opierał się na żerowaniu — szczególnie przez ptaki drapieżne, które uwielbiają zjadać ćmy — testowali brytyjscy biolodzy, głównie Bernard Kettlewell z Oksfordu. Wypuścił on gromadę ciemnych i jasnych ciem w lasach zanieczyszczonych i niezanieczyszczonych. Jak się spodziewał, w każdym typie lasu złapał z powrotem ćmy, które pasowały do drzew, co sugerowało, że łatwo widziane ćmy częściej były zjadane. Jego ocena doboru przeciwko rzucającym się w oczy ćmom była dość silna: wyglądało na to, że ich rozmnażanie się stanowiło tylko połowę rozmnażania się zakamuflowanych ciem.

Należałem do surowych krytyków eksperymentów Kettlewella, które cytowano we wszystkich podręcznikach jako dowodzące działania doboru naturalnego w rzeczywistym czasie. Projekt jego eksperymentu miał kilka fatalnych błędów. Nowsze prace jednak pokazały, że martwe ćmy różnych kolorów przyszpilone do drzew różnych kolorów rzeczywiście wykazują spodziewane różnice w ilości ataków przez ptaki i że w przyrodzie ćmy rzeczywiście spoczywają na pniach i gałęziach drzew. A całkiem niedawno [Michael Majerus](http://en.wikipedia.org/wiki/Michael_Majerus) ([http://en.wikipedia.org/wiki/Michael\\_Majerus](http://en.wikipedia.org/wiki/Michael_Majerus)) z Cambridge University powtórzył eksperymenty Kettlewella z wypuszczeniem ciem, ale wykonał je poprawnie. I rzeczywiście znalazł spodziewane różnice wśród schwytanych z powrotem postaci ciemnych i jasnych. Niestety Majerus zmarł na międzybłoniaka zanim mógł opublikować swoje dane, a więc wyniki najmocniejszego testu na dobór w tym systemie nadal znajdują się — jeśli dobrze wiem — na stronach internetowych zamiast na stronach recenzowanych pism naukowych.

W każdym razie historia *Biston betularia* jest — obok pracy Grantów o ziębach na Galapagos — jednym z najlepiej zrozumianych przypadków doboru zachodzącego w „rzeczywistym czasie”. (Nawiasem mówiąc „melanizm przemysłowy” nie jest ograniczony do *Biston betularia*: około 70 gatunków łuskoskrzydłych także pokazuje podobne zmiany.) Brakuje tylko jednego kawałka tej historii: genetycznej podstawy różnic między jasnymi a ciemnymi postaciami. Jak powiedziałem, było wiadomo, że wynika to z jednego genu, z ciemnym „allele” jako dominującym, ale natura tego genu nie była znana.

W tym tygodniu jednak [artykuł](http://www.sciencemag.org/content/332/6032/958.full) w Science (<http://www.sciencemag.org/content/332/6032/958.full>) Arjen van't Hoff i in. pokazuje, że uczynili oni wielki krok ku zidentyfikowaniu genu „melanizmu”. Autorzy zmapowali ten jeden czynnik genetyczny do małego odcinka chromosomu dzięki krzyżowaniu ciem jasnych i ciemnych, które różniły się wieloma markerami genetycznymi, i notowaniu, które markery genetyczne były skojarzone z kolorem skrzydeł w pokoleniach potomnych. „Gen koloru” mieścił się na małym odcinku chromosomu homologicznego do chromosomu 17 u *Bombyx mori*, ćmy jedwabnika, której genom jest zmapowany. Autorzy nie zawężili jeszcze tego małego odcinka do konkretnego genu, bo jest to bardzo trudno zrobić i nie ma na tym odcinku żadnego oczywistego „genu-kandydata”, który wpływa na kolor.

Najciekawsze jednak jest to, że analiza genetyczna postaci o różnych barwach zebranych w całej Wielkiej Brytanii dała informację o ewolucyjnym pochodzeniu postaci ciemnej. Mogła powstać na dwa sposoby: albo pojedyncza, unikatowa ciemna mutacja w jednej ćmie *carbonaria* mogła rozprzestrzenić się na całą Wielką Brytanię, albo ta mutacja mogła powstać wielokrotnie (każde jej powstanie, być może, utrzymywane w niskiej częstotliwości przez dobór naturalny przeciwko ciemnemu kolorowi), a wszystkie zaczęły wzrastać, kiedy zmieniło się środowisko.

Badania genetyczne pokazały, że najbardziej prawdopodobna jest pierwsza hipoteza. Wszystkie osobniki *carbonaria* miały unikatową sygnaturę genetyczną wokół (nie w) „ciemnego” genu, co sugeruje, że ta sygnatura była unikatowym DNA *jednego zmutowanego osobnika*, który — ponieważ ten DNA znajdował się fizycznie blisko podlegającego doborowi ciemnego genu — „pojechał autostopem” do wysokiej frekwencji wraz z samym ciemnym allele. Pamiętaj, że pobliskie geny mieszczą się na jednym odcinku DNA, jeśli więc z powodu doboru wzrasta częstotliwość jednej części tego DNA, przenosi on ze sobą również pobliski odcinek. Bardziej odległe regiony jednak tracą to powiązanie z powodu rekombinacji genetycznej między nićmi DNA. Gdyby ciemne ubarwienie brytyjskich ciem pochodziło z kilku lub wielu ciemnych mutacji o początkowej niskiej frekwencji, nie oczekivalibyśmy „ciemnego” regionu o unikatowej sygnaturze genetycznej u wszystkich obecnie ciemnych osobników.

Tak więc to rozwiązuje jeden aspekt sprawy melanizmu. Reszta przyjdzie wkrótce: identyfikacja konkretnego genu różniącego postacie jasne i ciemne i zsekwencjonowanie tego genu, by określić, czy różnica kolorów jest spowodowana „strukturalną” różnicą białka, czy „regulatorową” różnicą wpływającą na to, czy lub jak białko jest wyrażane. Ale ta praca molekularno-genetyczna to lukier na ciastku, bo niezależnie od dokładnej genetycznej podstawy różnicy kolorów, szerokie zarysy tej historii — i zasadność *B. betularia* jako przypadku doboru naturalnego w „rzeczywistym czasie”

— są wyraźne.

A.E. van't Hof, N. Edmonds, M. Dalíková, F. Marec, and I. J. Saccheri. 2011. [Industrial melanism in British peppered moths has a singular and recent mutational origin](http://www.sciencemag.org/content/332/6032/958.full), (http://www.sciencemag.org/content/332/6032/958.full)" Science 332:958-960.

[Tekst oryginalny](http://whyevolutionistrue.wordpress.com/2011/05/21/melanism-gene-found-in-peppered-moth/) (http://whyevolutionistrue.wordpress.com/2011/05/21/melanism-gene-found-in-peppered-moth/).

Why Evolution Is True, 21 maja 2011

### **Jerry Coyne**

Profesor na wydziale ekologii i ewolucji University of Chicago, niedawno wydawnictwo Viking wydało jego książkę pt: Why Evolution is True. (Polskie wydanie: "Ewolucja jest faktem", Prószyński i Ska, 2009r.)

[Pokaż inne teksty autora](#)



(Publikacja: 25-05-2011)

[Oryginał.](#) (http://www.racjonalista.pl/kk.php/s,1803)

Contents Copyright © 2000-2011 Mariusz Agnosiewicz

Programming Copyright © 2001-2011 Michał Przech

Autorem portalu Racjonalista.pl jest Michał Przech, zwany niżej Autorem.  
Właścicielami portalu są Mariusz Agnosiewicz oraz Autor.

Żadna część niniejszych opracowań nie może być wykorzystywana w celach komercyjnych, bez uprzedniej pisemnej zgody Właściciela, który zastrzega sobie niniejszym wszelkie prawa, przewidziane w przepisach szczególnych, oraz zgodnie z prawem cywilnym i handlowym, w szczególności z tytułu praw autorskich, wynalazczych, znaków towarowych do tego portalu i jakiegokolwiek jego części.

Wszystkie strony tego portalu, wliczając w to strukturę katalogów, skrypty oraz inne programy komputerowe, zostały wytworzone i są administrowane przez Autora. Stanowią one wyłączną własność Właściciela. Właściciel zastrzega sobie prawo do okresowych modyfikacji zawartości tego portalu oraz opisu niniejszych Praw Autorskich bez uprzedniego powiadomienia. Jeżeli nie akceptujesz tej polityki możesz nie odwiedzać tego portalu i nie korzystać z jego zasobów.

Informacje zawarte na tym portalu przeznaczone są do użytku prywatnego osób odwiedzających te strony. Można je pobierać, drukować i przeglądać jedynie w celach informacyjnych, bez czerpania z tego tytułu korzyści finansowych lub pobierania wynagrodzenia w dowolnej formie. Modyfikacja zawartości stron oraz skryptów jest zabroniona. Niniejszym udziela się zgody na swobodne kopiowanie dokumentów portalu Racjonalista.pl tak w formie elektronicznej, jak i drukowanej, w celach innych niż handlowe, z zachowaniem tej informacji.

Plik PDF, który czytasz, może być rozpowszechniany jedynie w formie oryginalnej, w jakiej występuje na portalu. **Plik ten nie może być traktowany jako oficjalna lub oryginalna wersja tekstu, jaki prezentuje.**

Treść tego zapisu stosuje się do wersji zarówno polsko jak i angielskojęzycznych portalu pod domenami Racjonalista.pl, TheRationalist.eu.org oraz Neutrum.eu.org.

Wszelkie pytania prosimy kierować do [redakcja@racjonalista.pl](mailto:redakcja@racjonalista.pl)