

Prehistoryczne ptaki w kolorze

PIOTR GRYZ

Warszawska Grupa Lokalna OTOP
Muzeum Ewolucji Instytutu Paleobiologii PAN

W CZWARTYM NUMERZE „PTAKÓW” Z 2010 ROKU OPISYWAŁEM ODKRYCIA PALEONTOLOGICZNE, KTÓRE UMOŻLIWIŁY POZNANIE BARW UPIERZENIA PTAKÓW ŻYJĄCYCH MILIONY LAT TEMU. NIE-SPEŁNA DWA LATA, JAKIE UPŁYNEŁY OD TEGO CZASU, OBFITOWAŁY W KOLEJNE ODKRYCIA. NAJCIEKAWSZE PREZENTUJĘ PONIŻEJ.



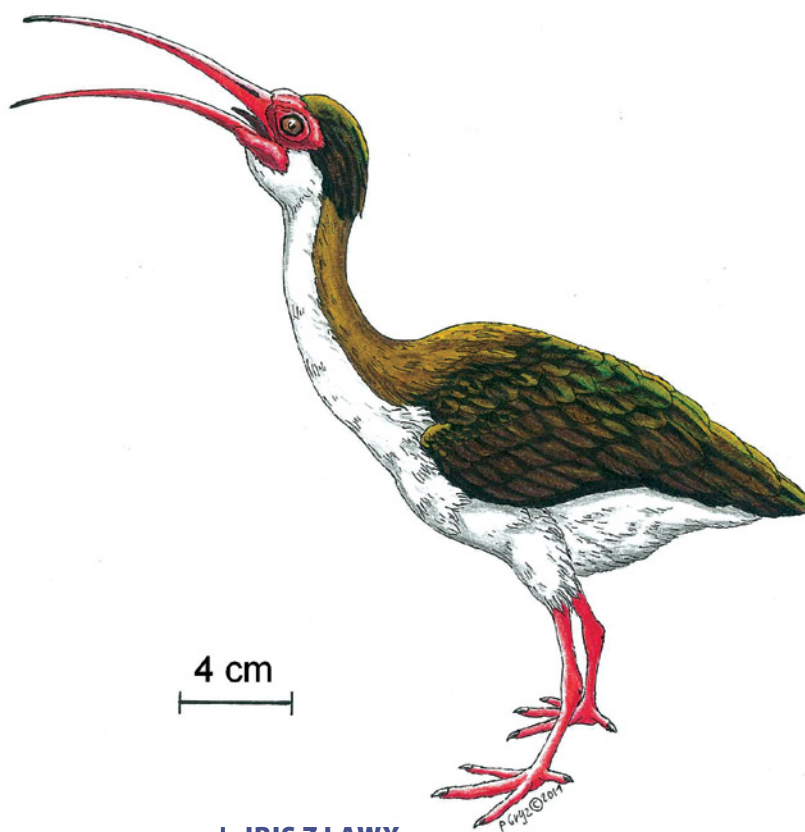
Confuciusornis sanctus – rekonstrukcja upierzenia najstarszego znanego nauce ptaka z bezzębnym dziobem, wykonana na podstawie mapy pierwiastków w skamieniałości.

Jedno z ostatnich odkryć w dziedzinie poznawania barw pradawnych piór z pewnością można nazwać przełomowym. Dokonał go w 2011 r. zespół pod kierownictwem R.A. Wogeliusa, który zwrócił uwagę na to, że opracowana wcześniej metoda interpretacji barw wyłącznie w oparciu o morfologię i rozmieszczenie melanosomów ma pewne ograniczenia. Przede wszystkim melanosomy nie zawsze zachowują się w zapisie kopalnym, dlatego naukowcy postanowili dokładnie przyjrzeć się ich składowi chemicznemu, aby sprawdzić, czy po ich degradacji nie pozostają jakieś ślady. Materiał kopalny poddali szczegółowym analizom chemicznym, których celem było wykrycie jonów niektórych metali (np. Ca 2+, Cu 2+, Co 2+ i Zn 2+). Są to jony centralne kompleksowych związków organicznych zwanych chelatami. Związki te tworzą tzw. pierścienie chelatywne – cykliczne fragmenty, których jednym z elementów jest wspomniany atom metalu – dzięki którym charakteryzują się wysoką trwałością termodynamiczną

i kinetyczną. Badacze przypuszczali, że chelaty wchodziły w skład łańcucha melaniny i mają ogromny wpływ na jej właściwości. Postanowili więc sprawdzić, czy rozkład słabych jonów metali w skamieniałości jest skorelowany z rozkładem melanosomów.

Za obiekt badań posłużyły dwa okazy gatunku *Confuciusornis sanctus* – najstarszego znanego ptaka z bezzębnym dziobem oraz pierwszego, u którego występował dymorfizm płciowy. Samce posiadały dwie wydłużone sterówki ogona, jakich nie miały samice. Szczątki gatunku znaleziono w chińskiej prowincji Liaoning, w pokładach sprzed 125–120 milionów lat, czyli z czasów, kiedy Ziemię zamieszkiwały dinozaury. Te dziwaczne ptaki posiadały całą masę unikatowych cech budowy, które poznaliśmy dzięki temu, że znaleziono setki ich wspaniale zachowanych skamieniałości.

Aby eksperyment się powiódł, pierwszy badany okaz musiał być na tyle dobrze zachowany, by można było dostrzec w nim melanosomy, a drugi na tyle źle, by nie



Rekonstrukcja przyżyciowa nowego gatunku wymarłego, nielotnego ibisa z Hawajów *Apteribis* Sp. Odkryto, że ptak był ubarwiony jak osobniki młodociane jego przodka.

4 cm

IBIS Z LAWY

było to możliwe. Wybrano więc dwa okazy spełniające warunki. W pierwszym stwierdzono występowanie jednego z rodzajów tych organelli – eumelanosomów, co pozwoliło na odtworzenie barw zwierzęcia. W tych samych miejscach odkryto też dość duże stężenie jonów miedzi. Badania drugiego okazu doprowadziły do przełomowego odkrycia. Wysokie stężenie jonów miedzi było dokładnie w tych samych miejscach co u poprzedniego okazu, mimo braku eumelanosomów – największe w piórach szyi i lotkach drugiego i trzeciego rzędu, choć nieco mniejsze odkryto też w piórach całego ciała oraz w sterówkach ogona. W lotkach pierwszorzędowych, w których nie stwierdzono obecności melanosomów, poziom miedzi również był bardzo niski. Tak więc ptak za życia był w głównej mierze czarny lub czarnobrazowy, za wyjątkiem skrajnych lotek pierwszego rzędu, które były białe lub barwione innymi pigmentami, np. karotenoidami. Potwierdziło to przypuszczenia, że występowanie śladowych metali, w tym przypadku miedzi, jest związane z dystrybucją melaniny.

By mieć absolutną pewność, naukowcy poddali podobnemu eksperymentowi również inne organizmy kopalne i dziś żyjące. W każdym przypadku miedź występowała tam, gdzie eumelanosomy. Odkrycie to ma ogromne znaczenie. Nie musimy już stwierdzić samych melanosomów w skamieniałości, aby poznać barwy prehistorycznego zwierzęcia. Wystarczy stworzyć mapę pierwiastków skamieniałości i odpowiednio ją zinterpretować. Dokonał się więc kolejny przełom w poznawaniu barw kopalnych zwierząt, a tematem tym zaczęło się interesować coraz więcej naukowców. Kolejna praca udowodniła, jak ważne są kolory upierzenia w ustaleniu przodków danego gatunku.

Pośrodku Pacyfiku leży grupka wulkanicznych wysp – Hawaje. Słyną one z wyjątkowej fauny, obfitującej w wiele endemicznych gatunków. Na szczególną uwagę zasługują ptaki. Wykształciły się tu ich niezwykle formy, jakich nie spotkamy w żadnym innym miejscu. Wiele gatunków z powodu braku drapieżników utraciło zdolność lotu. Najlepszym przykładem są dwa gatunki kopalnych ibisów – *Apteribis glenos* i *Apteribis brevis*, których odkrycie było nie małą sensacją, gdyż wcześniej nie znano ich nielotnych form. Badaczy zainteresowało, skąd te ptaki wzięły się na Hawajach. Było oczywiste, że pochodziły od ibisów umiających latać, ale czy ich przodkiem były gatunki z Nowego Świata, azjatyckie czy może australijskie? Nieoczekiwanie w 1993 r. na jednej z hawajskich wysp, Lanai, znaleziono odpowiedź na to pytanie.

Szczątków ptasich na Lanai poszukiwał znany paleornitolog dr Storrs L. Olson ze Smithsonian Institution. Dokonał tam wyjątkowego odkrycia: znalazł nową formę nielotnego ibisa, mniejszego od kuzynów z sąsiednich wysp Molokai i Maui. Na dodatek przy okazji zachowały się pióra. Było to pierwsze tego typu znalezisko na Hawajach. Jednak jak się okazało, nie jedyne, bowiem obok szczątków ibisa znaleziono również pozostałości petrela hawajskiego (*Pterodroma sandwichensis*) i bernikli hawajskiej (*Branta sandvicensis*). Oba te gatunki przetrwały do dziś, jednak są poważnie zagrożone wyginięciem.

Wszystkie te okazy zachowały się w położonym w jaskini kanale z lawy, wypełnionym głównie gipsem. Ich doskonały stan zapewnił ekstremalnie suchy i jałowy mikroklimat w jaskini. Radiodatowanie węglem pięciu okazów petrela wykazało, że szczątki pochodzą sprzed 700–1100

lat. Obecność piór zachęciła naukowca do ich przebadania pod kątem ubarwienia i morfologii.

Na początku przebadano pióra z tułowia, gdyż zawierają one najwięcej cech diagnostycznych, na podstawie których można ustalić przynależność systematyczną badanego gatunku. Wynik badań potwierdził ponad wszelką wątpliwość, że wcześniejsze włączenie rodzaju *Apteribis* do ibisów było prawidłowe. Kolejnej informacji dostarczyły pióra na głowie ptaka. Skoro nie była ona naga jak u azjatyckich i australijskich gatunków rodziny, postanowiono porównać te pióra ze wszystkimi gatunkami amerykańskich ibisów. Okazało się, że mają one najwięcej cech wspólnych z osobnikami młodocianymi ibisa szkarłatnego (*Eudocimus ruber*) i ibisa białego (*E. albus*), a barwa upierzenia tych ptaków była prawie identyczna z barwą ibisa z rodzaju *Apteribis*.

Kolor piór wskazał więc przodka badanego gatunku. Był nim któryś z dwóch amerykańskich ibisów z rodzaju *Eudocimus*. Co ciekawe, u obu tych gatunków osobniki młodociane mają zupełnie inną barwę upierzenia niż osobniki dorosłe. Są one bowiem całe brązowe z białym brzuchem. Jeszcze ciekawsze jest, że dorosłe osobniki *Apteribis* były ubarwione jak młodociane ich przodka. Ta cecha w połączeniu z nietonością być może stanowi przykład pedomorfozy lub neotenui.

CZARNY PRAPTAK

W 1859 r. słynny angielski przyrodnik Karol Darwin ogłosił teorię ewolucji, która jest fundamentem nowoczesnej biologii. Niestety, jej publikacja spotkała się z nieprzychylnym przyjęciem przez środowisko naukowe oraz prasę. Mimo to zaledwie kilka lat później teoria ewolucji została poparta w spektakularny sposób. W 1861 r. niemiecki paleontolog Hermann von Meyer opisał skamieniałe pióro z późnojurajskich wapieni litograficznych Bawarii. Właściciel pióra otrzymał nazwę

- **PEDOMORFOZA** jest zjawiskiem przyspieszonego dojrzewania, prowadzącym do neotenui.
- **NEOTENIA** polega z kolei na zachowaniu przez osobnika dorosłego danego gatunku wyglądu zewnętrznego lub innych cech osobnika młodocianego jego przodka.

Archaeopteryx lithographica. Wkrótce opisano jego szkielet z gadzim ogonem i zębami oraz z piórami jak u ptaków. Trudno było o lepszy dowód prawdziwości teorii ewolucji Darwina. Przez kolejne lata znaleziono jeszcze 9 okazów tego zwierzęcia, z których kilka uznano za odrębne gatunki. W języku polskim ów stwór otrzymał nazwę praptaka, gdyż przez prawie 100 lat był najstarszym znanym przedstawicielem gromady. Przez ostatnie 20 lat odkryto wielu innych jego kuzynów, także posiadających cechy zarówno ptasie, jak i gadzie. Pytanie, gdzie postawić słup graniczny między ptakami i gadami, wciąż zatem pozostaje otwarte.

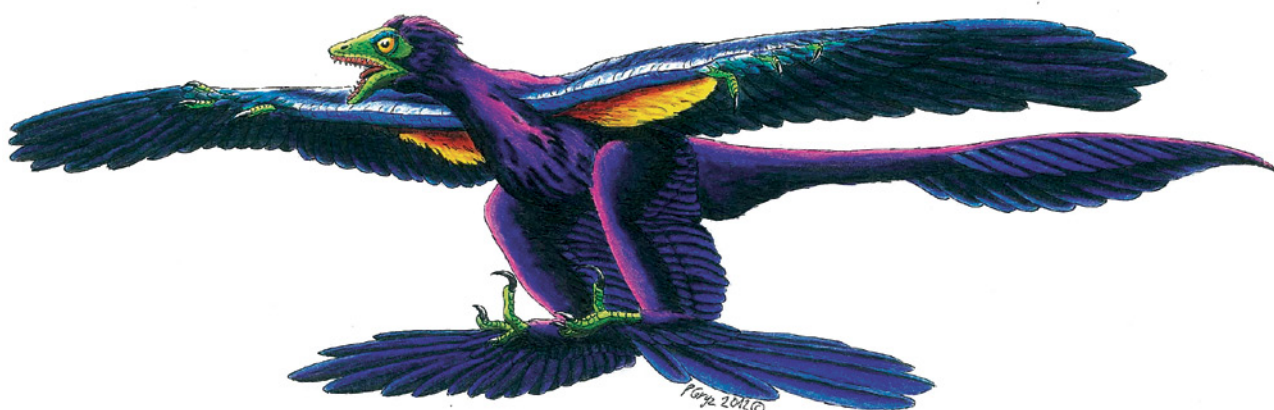
Nic więc dziwnego, że naukowcy do dziś interesują się praptakiem, również ci badający barwy pradawnych zwierząt. W tym roku ukazała się publikacja, której autorzy (Carney i in., 2012) przebadali pod kątem ubarwienia to samo pióro praptaka, na podstawie którego sto lat wcześniej opisano ten gatunek. Okazało się, że miało ono barwę kruczoczną, a więc cały praptak mógł być tak ubarwiony. Niestety, na razie nie można tego potwierdzić, ponieważ pióra na wszystkich pozostałych okazach zachowały się jedynie w formie odcisków. Badacze zauważyli jednak pewną prawidłowość. Prawie u wszystkich wczesnych ptaków i ich przodków dominuje barwa czarna lub bardzo ciemna, spowodowana wysoką zawartością melanine (np. u takich rodzajów jak *Confuciusornis*, *Anchiornis*). Według naukowców miało to swoją przyczynę. Jak



Rekonstrukcja przyżyciowa praptaka – *Archaeopteryx lithographica*. Nowe odkrycia wskazują, że mógł być cały kruczoczarny.

rys. Piotr Głysz

Czteroskrzydły
przodek ptaków
mikroraptor
(*Microraptor gui*)
podczas lotu.



już wspomniano wcześniej, melanina jest bardzo trwała i ma właściwości ochronne. Zabezpiecza pióro przed działaniem takich czynników jak słońce, wiatr, woda czy ściękanie, tworząc na jego powierzchni ochronną warstwę. Według autorów mogło to mieć znaczący wpływ na ewolucję lotu ptaków i poprawę własności aerodynamicznych. Potwierdzenie tej teorii możemy znaleźć u dzisiejszych ptaków, u których pióra szczególnie istotne podczas lotu (jak lotki) są przeważnie ciemne. Niektórym gatunkom jednak najwyraźniej to nie wystarcza i potrzebują podwójnej ochrony piór. Tę ochronę zapewniają barwy strukturalne, tworzone przez kilka warstw melanosomów. Dwa lata temu pisałem, że ptaki miały je już 47 mln lat temu. Najnowsze odkrycia pokazują jednak, że takie struktury znane były w przyrodzie znacznie wcześniej.

PREHISTORYCZNY DWUPŁATOWIEC

W 2000 r. w chińskich osadach datowanych na ok. 124 mln lat odkryto przedziwne zwierzę, które nazwano mikroraptorem (*Microraptor zhaoianus*). Odkrycie to wywołało sensację, gdyż ów stwór, choć przypominał dinozaura, posiadał pióra. Jakby tego było mało, miał również skrzydła, lecz nie dwa, tylko cztery! Lotki porastały zarówno przednie kończyny zwierzęcia, jak i tylne. Żeby jeszcze bardziej skomplikować sprawę, mikroraptor posiadał więcej gadzich cech niż praptak. Czym więc był ów stwór?

W 1926 r. amerykański biolog William Beebe wysnuł teorię, że ptaki pochodzą od szybującego, czteroskrzydłego przodka, którego nazwał „Tetrapteryx”. Odkrycie mikroraptora było spektakularnym poparciem jego teorii, a wkrótce znaleziono kolejne szczątki, pozwalające na lepsze poznanie tych stworzeń.

W 2007 r. dwaj uczeni, S. Chatterjee i R.J. Templin, postanowili sprawdzić, jak latały mikroraptory. Wynik ich badań był zaskakujący. Choć mikroraptor nie po-

trafił aktywnie latać jak ptaki, a poruszał się jedynie lotem ślizgowym, robił to w specyficzny sposób. Pierwszą powierzchnią nośną stanowiły skrzydła, drugą zaś umieszczone niżej, zaopatrzone w lotki nogi. W locie nadawało to zwierzęciu kształt dwupłatowca. Można więc powiedzieć, że dwupłatowy aeroplan nie jest wynalazkiem braci Wright, tylko natury!

Nie jest to jednak koniec niespodzianek dotyczących tego gatunku. W bieżącym roku ukazała się publikacja (Li i in., 2012), w której rozszyfrowano barwę piór mikroraptora. W zespole nie zabrakło pioniera tej dziedziny, J. Vinthera, oraz jego współpracowników. Badania ujawniły, że mikroraptor miał opalizujące upierzenie, podobnie jak dzisiejsze szpaki czy kacyki. Ten typ upierzenia tworzy kilka warstw melanosomów poprzedzielanych cienkimi, powietrznymi lub keratynowymi warstwami załamującymi światło, które dają efekt metalicznego połysku. Warstwy melanosomów zaś nadają mu różne barwy. Okazuje się więc, że ten typ upierzenia istniał już 124 mln lat temu!

Powyższe odkrycia są kolejnym dowodem na to, jak dynamiczną dziedziną jest paleontologia. Pokazują też, jak wielkie znaczenie ma badanie barw pierzastych stworzeń żyjących miliony lat temu. Kto wie, co jeszcze powiedzą nam skamieniałe pióra.

Literatura:

- Carney, R.M. et al. (2012). New evidence on the colour and nature of the isolated *Archaeopteryx* feather. *Nature Communications* 3 (637).
- Li, Q. et al. (2012). Reconstruction of *Microraptor* and the Evolution of Iridescent Plumage. *Science* 335: 1215-1219.
- Olson S.L.; Dove, C.J. (2011). Fossil Feathers from the Hawaiian Flightless Ibis (*Apteribis* sp.): Plumage Coloration and Systematics of a Prehistorically Extinct Bird. *Journal of Paleontology* 85: 892-897.
- Wogelius, R.A. et al. (2011). Trace Metals as Biomarkers for Eumelanin Pigment in the Fossil Record. *Science* 333: 1622-1626.