

Zagadka pochodzenia ptaków

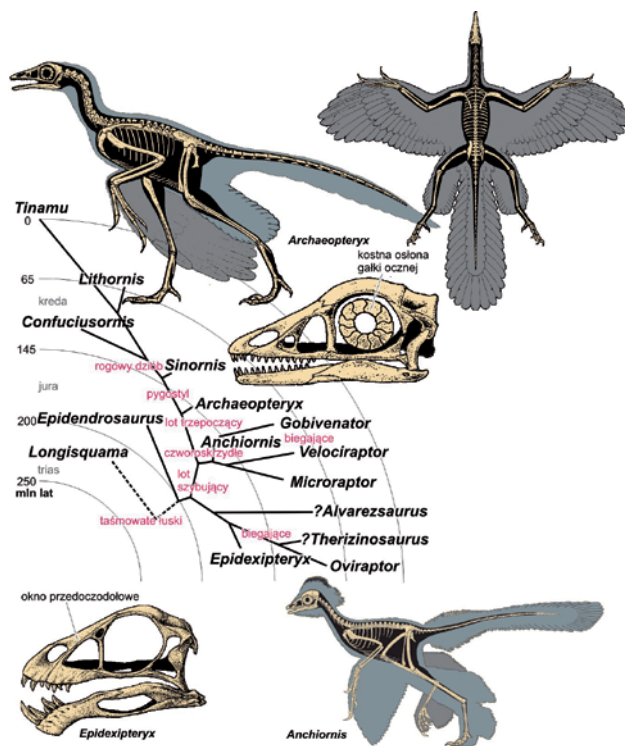
PIOTR GRYZ

www.ornitofrenia.pl

PTAKI SĄ DZIŚ JEDNĄ Z NAJLICZNIEJSZYCH I NAJSZERZEJ ROZPRZESTRZENIONYCH GRUP KRĘGOWCÓW NA ZIEMI. MAJĄ DŁUGĄ, CIEKAWĄ, JEDNAK WCIAŻ DOŚĆ TAJEMNICZĄ HISTORIĘ. CHOĆ CO ROKU UKAZUJE SIĘ WIELE ARTYKUŁÓW OPISUJĄCYCH NOWE ODKRYCIA I KRZYCZĄCYCH TYTUŁAMI: „ZAGADKA POCHODZENIA PTAKÓW ROZWIĄZANA”, „PRZODEK PTAKÓW ODNALEZIONY”, „ODNALEZIONO BRAKUJĄCE OGNIWO W EWOLUCJI PTAKÓW” ITP., PRAWDA JEST TAKA, ŻE NASZA WIEDZA W TYM TEMACIE JEST WCIAŻ UBOGA.

Ludzie już w starożytności podziwiali ptaki i w miarę rozwoju nauk przyrodniczych zaczęli zadawać sobie pytania, skąd się wzięły oraz kiedy i jak wzbily się w powietrze. Na pierwsze odpowiedzi natrafiono w 1861 roku w Solnhofen (Bawaria, Niemcy). Znalaziono tam szczątki dziwnego stworzenia, które nazwano prapłakiem (*Archaeopteryx lithographica*). Zbiegło się to w czasie z rewolucją w biologii, którą spowodowała opublikowana niewiele wcześniej teoria ewolucji Karola Darwina. Skamieniałość prapłaka była spektakularnym poparciem tej nowej teorii. Pochodziła z epoki zwanej jurą (sprzed 150–145 mln lat), a sam prapłak posiadał mieszankę cech gadzich i ptasich. Choć miał skrzydła i były one pokryte piórami (w tym lotkami), miał również wyeksponowane, jeszcze niezrośnięte ze sobą palce zakończone szponami. Na dodatek zwierzę miało długi ogon, składający się z wielu kręgów (jak np. u jaszczurki), z którego na boki rozchodziły się sterówki. U dzisiejszych ptaków ogon jest skrócony, a część kręgów zrosła się w jedną kość, tzw. pygostyl. Jakby tego było mało, prapłak nie miał dzioba, tylko szczęki zaopatrzone w liczne zęby.

Niebawem w Bawarii odnaleziono kolejne skamieniałości tych zwierząt, a niektóre z nich uznano za odrębne gatunki. Warto tu nadmienić, że największą, nazwaną wellnhoferia (*Wellnhoferia grandis*), opisał Polak – prof. dr hab. Andrzej Elżanowski, który jest jednym z czołowych znawców mezozoicznych ptaków na świecie (Elżanowski, 2001). Opisany przez niego okaz jest ciekawy z jeszcze innego powodu. Pierwotnie, ze względu na lądzące podobieństwo w budowie szkieletu, uważano go za dinozaura



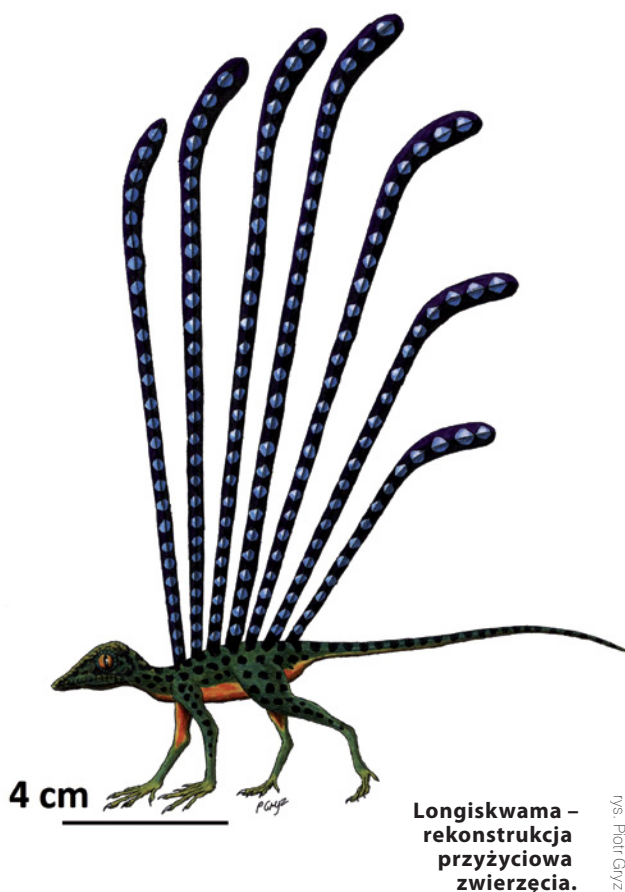
Przypuszczalny przebieg wczesnej ewolucji ptaków wg Dzik, 2015 (patrz bibliografia), zmodyfikowany przez Gryz, 2016.

z rodzaju *Compsognathus*. Pokazuje to, jak podobna była budowa szkieletu dinozaurów i wczesnych ptaków.

Co więc różni ptaki od dinozaurów? Wydaje się, że cechą właściwą ptakom, a nieobecną u dinozaurów, są pióra, przynajmniej te o zaawansowanej budowie, jak sterówki, lotki czy pióra ozdobne. Na podstawie wspaniałe zachowane skamieniałości wiemy, że ciało wspomnianego kompsognata oraz jego najbliższych kuzynów było pokryte łuskami, a nie piórami, jak u prapłaka¹. Kolejne odkrycia udowodniły, że zarówno ptaki, jak i pióra pojawiły się jednak o wiele wcześniej niż prapłak.

WŚRÓD ARCHOZAUROW

Aby zrozumieć, czym są ptaki i skąd się wzięły, należy przenieść się w odległą przeszłość – 260 milionów lat wstecz, do epoki zwanej permem. Nasza planeta wyglądała wtedy zupełnie inaczej niż dziś. Zamieszkiwała ją przedziwne zwierzęta, jakby żywcem wyjęte z filmów *science fiction*. Dobrym przykładem może być archozaur (*Archosaurus rossicus*), przedstawiciel nowej, powstałej w permie (259–252 mln lat temu) grupy gadów zwanej archozaurami (inaczej gadami naczelnymi). U różnych gadów ewolucja zmniejszała ciężar czaszki: pojawiały się kolejne duże otwory w jej strukturze. U archozaurów powstało ich najwięcej (tzw. okna przedczołowe), a ponadto wykształciły się cechy anatomiczne zwiększające ruchliwość, a później umożliwiające dwunożność (Dzik, 2015). Z tych przedziwnych gadów wyewoluowały wkrótce dinozaury, pterozaurowie i krokodyle² oraz najprawdopodobniej właśnie ptaki. Zanim jednak to się stało, na naszej plane-



**Longiskwama –
rekonstrukcja
przyżyciowa
zwierzęcia.**

rys. Piotr Głysz

cie wydarzyła się jedna z największych katastrof – wymieranie permskie (250–245 milionów lat temu), nazywane matką wielkich wymierań. Według niektórych autorów z powierzchni Ziemi zniknęło wtedy nawet 90–96 proc. gatunków zwierząt. Szczęśliwie spośród nielicznych organizmów, jakie przetrwały, były archozaury³. Gdyby tak się nie stało, to na naszej planecie nie pojawiłyby się ptaki, dinozaury, pterozaurzy ani krokodyle. Wiele wskazuje na to, że ptaki mogą być bezpośrednimi potomkami tych archozaurów, które po wielkim wymieraniu wspięły się na drzewa i u których wykształciły się pióropodobne, wydłużone łuski. Hipoteza ta nie jest do końca zgodna z powszechnie dziś przyjmowanym poglądem, że ptaki wyewoluowały bezpośrednio z dinozaurów, lub nawet uważającym je same za żyjące dinozaury. W hipotezie o pochodzeniu ptaków od dinozaurów jest jednak wiele niejasności. Nie najlepiej zdaje się w nią wpisywać ewolucja piór oraz lotu ptaków, które są (choć dość słabo) udokumentowane w zapisie kopalnym.

DŁUGIE ŁUSKI I PIÓRA Z CENTRALNEJ AZJI

W 1970 roku opisano skamieniałość znaną na terenie dzisiejszej Kirgizji, w uroczysku Madygen. Pochodziła ona sprzed 242–221 mln lat (trias), była więc starsza niż praptaki, ale młodsza niż pierwsze archozaurzy. Zwierzę nazwano longiskwamą (*Longisquama insignis*), co dosłownie oznacza „długa łuska”. Nazwa pochodzi od szeregu wydłużonych tworów na grzbiecie zwierzęcia. Wyglądały

jak taśmowate gadzie łuski, ale przez środek każdej z nich przebiegało centralne włókno, przypominające stosinę w ptasim piórze. Czy więc istotnie były to „prapióra”? Jeżeli tak, to miały jeszcze jedną osobliwą cechę – kształt litery „S” w przekroju. Nie wiadomo jednak, czemu te przypuszczalne „prapióra” usytuowane były na grzbiecie zwierzęcia i jaka była ich funkcja. Co prawda pojawiły się hipotezy, że longiskwama miała dwa rzędy tych „prapiór” i po rozłożeniu na boki tworzyły one powierzchnię nośną. Jednak brak na to dowodów i obecnie uważa się to za mało prawdopodobne. Z pewnością longiskwama nie była ptakiem i oprócz rzekomych „prapiór” niewiele ją z nimi łączyło. Do niedawna uważano ją za nadrzewnego archozaura, jednak obecnie i ten pogląd jest kwestionowany.

Wszyscy badacze są zgodni co do tego, że ptasie pióra są przekształconymi łuskami. Kwestią sporną jest jednak, w jaki sposób zaszła ta metamorfoza. Być może odpowiedź na to pytanie kryje się w górach Karatau w Kazachstanie. Rosyjscy (Rautian, 1978), a następnie polscy paleontolodzy (Dzik i in., 2010) znaleźli tam przypuszczalne „prapióra”, które wzbudziły niemal kontrowersji. Miały bardzo prymitywną budowę, odmienną od piór nowoczesnych ptaków, jednak bardziej zaawansowaną niż u longiskwamy. W odróżnieniu od longiskwamy, z centralnego włókna promieniście rozchodziły się na boki osobne wypustki, co bardziej przypominało strukturę stosiny z promieniami. Jednak u dzisiejszych ptaków ta konstrukcja jest znacznie bardziej złożona i z bocznych promieni wyrastają kolejne – promyki, które są zaopatrzone w haczyki łączące się z sąsiednimi i tworzące w ten sposób jedną powierzchnię zwaną chorągiewką. Według hipotezy polskich paleontologów (Dzik i in., 2010), pierwsze pióra miały dziwny kształt w przekroju (podobnie jak te u longiskwamy) i posiadały trzy chorągiewki, z których następnie dwie połączyły się ze sobą. Żeby potwierdzić tę hipotezę, konieczna jest kolejna wyprawa w góry Karatau w celu zdobycia bardziej kompletnych okazów.



**Skamieniałość
późnotriasowego
gada longiskwamy
(*Longisquama insignis*)
z zachowanymi taśmowatymi,
piórokształtymi łuskami.**

foto: Jerzy Dzik

Rekonstrukcja przyżyciowa dziwnego yi (*Yi qi*) – jednego z możliwych przodków ptaków; nie jest jasne, czy zwierzę jest już ptakiem, dinozaurem, który przystosował się do nadrzewnego trybu życia, czy może reliktywnym archozaurem.



rys. Piotr Gryz

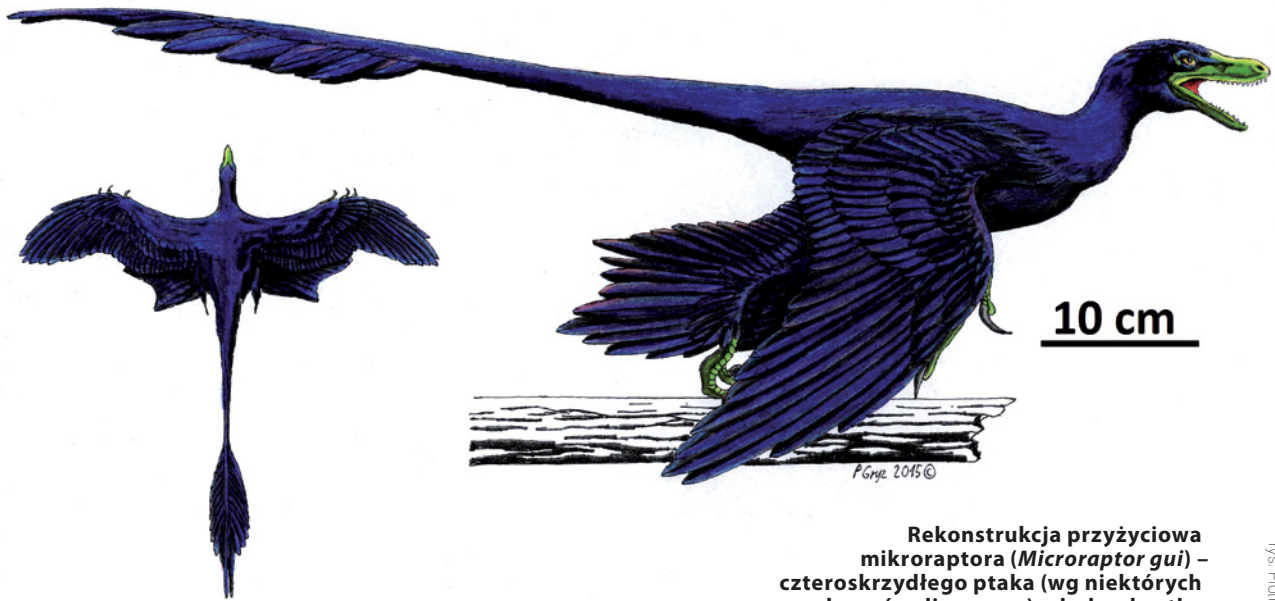
YI I KUZYNi

W minionym roku świat obiegła sensacyjna wiadomość o odkryciu w Chinach skamieniałości kolejnego przedziwnego zwierzęcia (Xu i in., 2015). Jego wiek oszacowano na środkową lub późną jurę (164–155 mln lat temu), a zwierzęciu nadano krótką i dziwną nazwę – yi (*Yi qi*). Yi był nadrzewnym zwierzęciem, pokrytym różnej wielkości włosowatymi, pióropodobnymi tworami, z których część się rozgałęziała. Cztery najdłuższe prawdopodobnie znajdowały się na ogonie, podobnie jak u bliskiego kuzyna – epideksipteryksa (*Epidexipteryx hui*), i przypominały nieco strukturą „prapióra” z grzbietu longiskwamy. To jednak niejedyne dziwne cechy tajemniczego yi. Choć zwierzę to było starsze od wspomnianego wcześniej praptaka, miało w porównaniu z nim znacznie skrócony ogon. Yi miał także cechę, której nie znajdziemy ani u ptaków, ani u dinozaurów – skórzaste błony lotne, przypominające te u nietoperza lub pterozaura. Były one rozpięte między wydłużonymi palcami kończyn przednich, z których jeden (trzeci) był szczególnie długi. Taki palec posiadali też znani już wcześniej naukowcom prawdopodobni kuzyni yi – np. wspomniany epideksipteryks. Pojawiło się wiele hipotez dotyczących tak wydłużonych palców – uważano np., że pomagały im w zdobywaniu pożywienia w podobny sposób jak u dzisiejszych małpiatek – palczaków madagaskarskich (*Daubentonia madagascariensis*). Nikt jednak nie wpadł na pomysł, że pomiędzy nimi była rozpięta błona lotna, ponieważ w znanych wcześniej skamieniałościach nie zachowały się jej ślady. Według autorów

opisu zwierzę posiadało dodatkowy „szkielet” błony lotnej w postaci niezwyklej kości (tzw. *styliform bone*). Podobnej struktury nie stwierdzono do tej pory u dinozaurów i ptaków, ale zbliżoną mają niektóre ssaki, np. wielkoloty (*Petaurista* sp.). Prawdopodobnie będzie ona w przyszłości przedmiotem kolejnych debat naukowców, o ile nie zostaną znalezione skamieniałości, które rozwiążą zagadkę. Pamiętajmy jednak, że sam fakt powstania skamieniałości jest czymś rzadkim i osobliwym. Natomiast powstanie delikatnej skamieniałości ptaka lub jego przodka w wilgotnym, leśnym środowisku, w jakim żył, jest już prawdziwym cudem. Dlatego właśnie skamieliny z tego okresu (tzn. środkowej/późnej jury) są niezwykle rzadkie.

EWOLUCJA LOTU

Przez bardzo długi czas wielką zagadką było, kiedy i jak ptaki poderwały się do lotu. W 1915 roku amerykański zoolog William Beebe wysunął hipotezę, że przed praptakiem musiało istnieć zwierzę posiadające powierzchnie lotne także na tylnych kończynach. Taka budowa umożliwiałaby mu poruszanie się lotem ślizgowym w koronach drzew. Hipotetyczne stworzenie nazwał tetrapteryksem. Przez długi czas, od opisanego pierwszego praptaka z Bawarii aż do końca XX w., nie natrafiono na inne szczątki jurajskich ptaków czy ich kuzynów poza tymi z Solnhofen. Jednak niedawno w Chinach odkryto kilka niezwykle bogatych w skamieniałości stanowisk paleontologicznych. To właśnie tam znaleziono wspomnianego yi, ale oprócz



Rekonstrukcja przyżyciowa mikroraptora (*Microraptor gui*) – czteroskrzydłego ptaka (wg niektórych naukowców dinozaura); obok sylwetka podczas lotu wg Longrich, 2006.

rys. Piotr Gryn

niego zwierzę, którego istnienie przewidział przeszło sto lat wcześniej William Beebe. Nazwano je mikroraptorem (*Microraptor gui*), ze względu na jego niewielkie rozmiary. Zwierzę przypominało praptaka, jednak lotki miało zarówno na tylnych, jak i przednich kończynach – dokładnie tak jak u hipotetycznego tetrapteryksa (Xu i in., 2003). Zbyt późny był tylko wiek znaleziska – kreda (124–112 mln lat temu), odkryty okaz był więc młodszy od praptaka i zbyt zaawansowany (tzw. paradoks czasowy). Wyrażało się to chociażby przez kształt lotek. U dzisiejszych ptaków są one asymetryczne, co poprawia własności aerodynamiczne (Feduccia, 1979), a dokładnie takie same posiadał mikroraptor. Nie trzeba było jednak długo czekać i w 2009 roku odnaleziono szczątki podobnego zwierzęcia, jednak starszego od praptaka, a na dodatek cechującego się odmiennym, symetrycznym kształtem lotek, wskazującym, że był gorszym lotnikiem od mikroraptora (Longrich i in., 2012). Nazwano go anchiornisem (*Anchiornis huxleyi*), a odkrycie go sprawiło, że ponownie przebadano znane do tej pory skamieniałości, m.in. praptaka. Okazało się, że on również miał lotki na kończynach tylnych, chociaż mniejsze, najwyraźniej zanikające (Longrich, 2006). Zostały one częściowo usunięte na skutek błędu w preparacji okazu.

OPIERZONE DINOZAURY CZY WTÓRNIE NIELOTNE PTAKI?

W 1996 po raz pierwszy opisano szczątki dinozaura z zachowanymi „piórami”, choć sam fakt, że przynajmniej część dinozaurów była opierzona, sugerowano już wcześniej. Jako jeden z pierwszych wskazywał na to Polak, dr Gerard Gierliński – jeden z wybitnych ekspertów w dziedzinie badań tropów dinozaurów. Opisał on odcisk siedzącego dinozaura wraz ze śladami pióropodobnych

struktur (Gierliński, 1996). Tu rodzi się jednak pytanie, czy wszystkie włosowate struktury znajdujące u dinozaurów są faktycznie piórami, a może czymś innym, lub nawet wynikiem rozkładu tkanek. Często stan zachowania nie pozwala na dostrzeżenie drobnych szczegółów i jednoznaczna odpowiedź na to pytanie. Zdania wciąż są podzielone, czy był to efekt konwergencji, czy może faktycznie ptaki są najbliższymi kuzynami wszystkich dinozaurów, również tych „mniej ptasich”, jak psitakozaury czy tyranozaurowie⁴.

Paleontolodzy uważający, że ptaki pochodzą od dinozaurów, twierdzą przeważnie, że poderwały się one do lotu z ziemi, podczas biegu lub że część z nich zaczęła się wspinać na drzewa (Xu i in., 2014). W tym ostatnim przypadku miednica musiałaby się przekształcić i przystosować do prowadzenia nadrzewnego trybu życia, po czym znów powrócić do formy wyjściowej. Tezie o początkach lotu związanych z podrywaniem się w powietrze podczas biegu przeczą lotki na tylnych kończynach oraz wiek (paradoks czasowy). Bardziej prawdopodobne wydają się propozycje przeciwników dinozaurowego pochodzenia ptaków, Alana Feduccii, Larry’ego Martina czy Gregory’ego S. Paula (Feduccia, 2001). Uważają oni, że ptaki pochodzą bezpośrednio od nadrzewnych archozaurów i szybując z gałęzi drzewa, uzyskiwały umiejętność aktywnego lotu. Potwierdzają to skamieniałości anchiornisa i jego kuzynów. Anatomiczną zbieżność z dinozaurami naukowcy ci tłumaczą natomiast konwergencją lub tym, że część dinozaurów to w istocie wtórnie nielotne ptaki (np. troodony; Paul, 2002). Ta ostatnia teoria wydaje się szczególnie prawdopodobna, jednak też ma swoje minusy. W tej chwili żadnej z tych hipotez nie da się ostatecznie potwierdzić i czekają one na kolejne dowody rzeczowe w postaci skamieniałości.

Większość paleontologów zgodna jest w jednej kwestii. „Właściwe” ptaki oraz najbliższe im „opierzone dinozaury”



Rekonstrukcja przyżyciowa gobiwenatora (*Gobivenator mongoliensis*) – nietotnego „praptaka” (wg niektórych naukowców dinozaura), potomka nadrzewnego, czworoskrzydłego anchiornisa.

r/s. Piotr Gryz

– dromeozaurowi, alwarezaurowi, terizinozaurowi i owiraptorozaurowi – tworzą jedną wielką grupę maniraptorów (Maniraptora). Wszystkie je łączy wiele ptasich cech budowy, m.in. posiadanie piór. Najstarszymi przedstawicielami tej grupy są zwierzęta takie jak yi i anchiornis. Wiele więc wskazuje, że to one są bezpośrednimi przodkami ptaków lub nawet prymitywnymi ptakami. Niestety, o ich triasowych i wczesnojurajskich przodkach nie wiemy praktycznie nic. Pozostaje jeszcze kwestia, jakie zwierzę jest ptakiem, a jakie jeszcze nie, i gdzie postawić „słup graniczny” oddzielający ptaki od gadów. Czy wszystkie maniraptory są ptakami i czy wywodzą się bezpośrednio od nadrzewnych archozaurów, czy może jednak od dinozaurów? Skamieniałości zwierząt takich jak yi jeszcze bardziej komplikują i tak już zagmatwaną sytuację, nie ułatwiając naukowcom zadania. Jak więc widać, czeka nas jeszcze poznanie wielu tajemnic związanych z pochodzeniem ptaków.

Specjalne podziękowania dla prof. dr. hab. Jerzego Dzika oraz dr. hab. Marcina Machalskiego

Literatura

Dzik, J. 2015. „Zoologia. Różnorodność i pokrewieństwa zwierząt”. 252 pp. Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego.

Dzik J., Sulej T., Niedzwiedzki G., Malakhov D.V. 2010. Possible link connecting reptilian scales with avian feathers from the early Late Jurassic of Kazakhstan. *Historical Biology* 22: 394–402.

Feduccia A. 2001. The problem of bird origins and early avian evolution. *Journal of Ornithology* 142: 139–147.

Feduccia A., Tordoff H.B. 1979. Feathers of *Archaeopteryx*: Asymmetric vanes indicate aerodynamic function. *Science* 203 (4384): 1021–1022.

Elżanowski A. 2001. A new genus and species for the largest specimen of *Archaeopteryx* Acta Palaeontologica Polonica 46 (4): 519–532.

Gierliński G. 1996. Feather-like impressions in a theropod resting trace from the Lower Jurassic of Massachusetts (w M. Morales (red.); The continental Jurassic). *Museum of Northern Arizona Bulletin* 40: 179–184.

Longrich N.R., Vinther J., Meng Q., Li Q., Russell A.P. 2012. Primitive Wing Feather Arrangement in *Archaeopteryx lithographica* and *Anchiornis huxleyi*. *Current Biology* 22 (23): 2262–2267.

Longrich N.R. 2006. Structure and function of hindlimb feathers in *Archaeopteryx lithographica*. *Paleobiology* 32:417–431.

Paul G.S. 2002. Were some Dinosaurs Also Neoflightless Birds? (w Paul G.S.; *Dinosaurs of the Air*). The John Hopkins University Press 224–258.

Rautian A.S. 1978. Unikalnoye pero pticy iz otlozheniy jurskogo ozero vkhrebte Karatau (A unique bird feather from Jurassic lake deposits in the Karatau). *Paleontological Journal* 12 (4): 520–528.

Xu X., Zhou Z.H., Kuang X.W., Wang X.L., Zhang F.C., Du X.K. 2003. Four-winged dinosaurs from China. *Nature* 421: 335–340.

Xu X., Zheng X., Sullivan C., Wang X., Xing L., Wang Y., Zhang X., O'Connor J.K., Zhang F., Pan Y. 2015. A bizarre Jurassic maniraptoran theropod with preserved evidence of membranous wings. *Nature* 521: 70–3.

Xu X., Zhou Z., Dudley R., Mackem S., Chuong C.-M., Erickson G.M., Varricchio D.J. 2014. An integrative approach to understanding bird origins. *Science* 346 (6215): 1253293.

¹ Niektórzy autorzy uważają pierwszego dinozaura, u którego znaleziono pióropodobne, włosowate twory – sinozauropteryksa (*Sinosauropteryx prima*), za kuzyna wspomnianego kompsognata (*Compsognathus*).

² U krokodyli otwory (okna) w czaszce wtórnie zaniknęły, dzięki czemu stała się ona bardziej masywna.

³ Przetrawianie dużych zwierząt lądowych (tj. archozaurów czy gadów ssakokształtnych), znajdujących się na szczycie piramidy troficznej, według niektórych badaczy może być jednym z dowodów, że skala permskiego wymierania została znacznie zawyżona.

⁴ Znaleziono skamieniałości dinozaurów z tych grup, u których zachowały się struktury częściowo przypominające pióra. Nie jest jednak pewne, czy nie jest to np. efekt rozkładu naskórka lub homologiczny twór.