



The CLEAN PAPER

WHAT THE PAPER SAYS · WHAT IT DOESN'T · WHY IT MATTERS

Skamieniałości z Nowego Meksyku komplikują ostatni rozdział dziejów dinozaurów

Badanie opublikowane w Science przesunęło datowanie ognia Naashoibito w Nowym Meksyku na ostatnie kilkaset tysięcy lat przed uderzeniem asteroidy. To ważne, ponieważ większość najlepszych dowodów dotyczących dinozaurów u schyłku kredy pochodzi z obszarów położonych dalej na północ. Nowy zapis z południa sugeruje, że pod sam koniec zachodnia część Ameryki Północnej nadal miała regionalnie odmienne fauny dinozaurów, a nie jedną jednolitą, zanikającą wspólnotę. Nie dowodzi to, że każdy ekosystem dinozaurów na świecie rozkwitał aż do uderzenia; pokazuje, dlaczego regionalny zapis kopalny może nadmiernie wygładzić opowieść globalną.

Written by Cinzia Vaglio · Cross-checked by Lucio Vaglio and Vera Rubin · Edited by Michele Renda · Figures by Lucio Vaglio · AI-assisted, human-reviewed

Paper: *Late-surviving New Mexican dinosaurs illuminate high end-Cretaceous diversity and provinciality*, Andrew G. Flynn, Stephen L. Brusatte, Alfio Alessandro Chiarenza, Jorge García-Giron, Adam J. Davis, C. Will Fenley IV, Caitlin E. Leslie, Ross Secord, Sarah Shelley, Anne Weil, Matthew T. Heizler, Thomas E. Williamson, and Daniel J. Peppe, *Science* 390, 400-404 (2025) · DOI: [10.1126/science.adw3282](https://doi.org/10.1126/science.adw3282)

Południowy świadek blisko końca

Historię ostatnich dinozaurów często opowiada się przez północne Wielkie Równiny: Montanę, Dakoty i świat formacji Hell Creek. Zapis jest wystarczająco dobry, by stać się znajomy, a znajomość ma zwyczaj udawać kompletność. Skamieniałości nie są rozmieszczone równomiernie, ponieważ historia nie była na tyle uprzejma, by ułożyć się dla nas w akta.

Nowa praca w „Science” dodaje świadka z południa. Autorzy badali ogniwo Naashoibito w basenie San Juan w Nowym Meksyku — zawierającą skamieniałości jednostkę skalną, o której wiek spierano się od dziesięcioleci. Gdyby skamieniałości były starsze, niewiele mówiłyby o ostatnich chwilach przed uderzeniem asteroidy. Gdyby pochodziły z samego końca kredy, miałyby duże znaczenie.

Odpowiedź pracy jest druga. Za pomocą nowej geochronologii i magnetostratygrafii zespół dowodzi, że główne poziomy zawierające dinozaury w ogniwie Naashoibito leżą nie dalej niż około **340 000 lat** od granicy kreda–paleogen. Umieszcza to dinozaury z Nowego Meksyku dostatecznie blisko końca, by mogły przemówić w dawnym sporze: czy dinozaury już od dawna wymierały, czy wiele ekosystemów wciąż zachowywało regionalną różnorodność, gdy nastąpiło uderzenie?

Ostrożna odpowiedź nie brzmi: „wszystkie dinozaury miały się świetnie, a potem bum”. Zdanie ma dobry rytm, lecz złe maniery. Lepsza odpowiedź jest węższa i bardziej użyteczna: w zachodniej części Ameryki Północnej dobrze datowany zapis południowy wspiera obraz późnych faun dinozaurów, które nadal różniły się regionalnie, a nie jednej mało zróżnicowanej społeczności zanikającej wszędzie naraz.

To wystarczy. Wynik nie potrzebuje głośniejszego kapelusza.



Obszar chroniony Bisti/De-Na-Zin w Nowym Meksyku, krajobraz badlandów w szerszym regionie basenu San Juan. Zdjęcie stanowi kontekst, nie dowód z pracy w „Science”: argument badania opiera się na datowanych warstwach zawierających skamieniałości, nie na krajobrazie.

Bob Wick / BLM California CC BY 2.0

Co oznacza tutaj „w ciągu 340 000 lat”?

Uderzenie asteroidy i granicę kreda–paleogen datuje się na około **66,052 miliona lat temu**. Pytanie brzmi, gdzie względem tej linii znajdują się skały zawierające skamieniałości.

Autorzy nie datowali bezpośrednio kości dinozaurów i nie uznali sprawy za zamkniętą. Datowali ziarna minerałów wulkanicznych, zwłaszcza sanidynu, z piaskowców w profilu Naashoibito metodą geochronologii $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ i połączyli wyniki z **magnetostratygrafią** — zapisem przebiegunowań pola magnetycznego Ziemi zachowanym w skałach.

W skrócie: jedna próbka daje maksymalny wiek depozycji **$66,87 \pm 0,04$ miliona lat**, inna próbka zawierająca dinozaury daje **$66,38 \pm 0,08$ miliona lat**, a układ magnetyczny umieszcza górną część profilu w ostatnim okresie odwróconej polarności kredy. Razem ograniczenia te lokują główne poziomy z dinozaurami bardzo blisko granicy. Jest to zegar geologiczny, nie stoper, ale dostatecznie dokładny, by zmienić argument.

Co zrobili autorzy

Zespół połączył dwa rodzaje pracy, które są sobie nawzajem potrzebne. Najpierw doprecyzował wiek ogniwa Naashoibito. Jednostka leży nad starszymi skałami kampanu i pod skałami wczesnego paleocenu, ale jej dokładny wiek pozostawał sporny: niektóre wcześniejsze interpretacje umieszczały ją około 70–69 milionów lat temu, inne wskazywały na sam koniec kredy, a kilka twierdzeń przesunęło nawet część zapisu do paleocenu. Autorzy zmierzylili profile, pobrali próbki ze stanowisk dinozaurów, datowali detrytyczne ziarna sanidynu metodami $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ i powiązali profil ze znanymi przedziałami polarności magnetycznej.

Następnie zapytali, jak fauna wyglądała w szerszym kontekście. Zebrali dane o występowaniu kręgowców lądowych i słodkowodnych w zachodniej Ameryce Północnej w kampanie, mastrychcie i wczesnym paleocenie, po czym zastosowali metody ekologiczne i biogeograficzne do sprawdzenia, czy fauny były regionalne, czy jednolite. Kluczowym słowem jest **provincjonalizm**: czy różne regiony miały odrębne zespoły, zamiast tych samych zwierząt wszędzie.

Ma to znaczenie, ponieważ jedna z wersji późnej historii dinozaurów zakłada, że w mastrychcie zachodnia Ameryka Północna stawiała się bardziej jednorodna, z mniejszymi różnicami regionalnymi i bardziej kosmopolityczną fauną. Łatwiej wyobrazić sobie, że jednolity system o mniejszej różnorodności był osłabiony jeszcze przed uderzeniem asteroidy. System z regionalną strukturą opowiada inną historię.

Co odkryli

Datowanie jest zawiąsem całego wniosku. Dwie próbki Naashoibito zawierające dinozaury mają ograniczenia wieku wskazujące na późny mastrycht. Próbkę piaskowca H08-Sand-08 dała maksymalny wiek depozycji **66,87 ± 0,04 miliona lat**. Próbkę ze stanowiska „34-Bone Site”, zawierająca częściowy szkielet hadrozaura lambeozauryna, dała maksymalny wiek depozycji **66,38 ± 0,08 miliona lat**. W połączeniu z zapisem polarności magnetycznej pozwala to autorom umieścić główne poziomy Naashoibito z dinozaurami w ciągu około **340 000 lat** przed granicą K–Pg.

Zapis basenu San Juan staje się więc mniej więcej równoczesny z lepiej znanymi faunami Hell Creek położonymi dalej na północ. Oddziela także dinozaury Naashoibito od najwcześniejszej paleoceńskiej fauny Nacimiento o około **700 000 lat**. Jest to ważne, ponieważ nikt nie chce przypadkiem umieścić nieptasich dinozaurów po niewłaściwej stronie granicy wymierania. Byłoby to nieporządne, a także błędne.

Wynik ekologiczny stanowi drugą połowę pracy. W analizowanych przedziałach końca kredy autorzy znaleźli dowody na **dwie bioprowincje** w zachodniej Ameryce Północnej. Gdy dinozaury analizowano osobno, dzieliły się na dwie bioprowincje we wszystkich badanych przedziałach końca kredy. Praca dowodzi, że te różnice regionalne nie zanikły po prostu w jednej jednolitej faunie przed uderzeniem asteroidy.

Czynnikiem napędzającym nie była jedynie linia z północy na południe. Analizy wskazują **temper-**

aturę jako główny czynnik kształtujący bioprowincje w kredzie, przy drugorzędnej roli geografii. Ciepłejsze regiony południowe mogły sprzyjać niektórym zwierzętom, takim jak zauropody, a chłodniejsze regiony północne innym, takim jak hadrozauryny. Nie chodzi o to, że każda prowincja była zdrowsza od każdej innej. Chodzi o to, że mapa późnej kredy nadal miała strukturę.

Czego to nie dowodzi

- Badanie **nie dowodzi**, że dinozaury wszędzie na Ziemi miały się dobrze aż do uderzenia asteroidy. Autorzy wyraźnie zaznaczają, że jest to nadal przede wszystkim obraz Ameryki Północnej.
- **Nie usuwa** dowodów na spadek liczebności niektórych grup, w pewnych regionach lub analizach. Sprzeciwia się nadmiernie wygładzonej historii całego kontynentu, nie każdej możliwej wersji osłabienia przed wymieraniem.
- **Nie pokazuje**, że asteroida była nieistotna. Uderzenie pozostaje głównym zdarzeniem na granicy; praca pyta, jakie ekosystemy zostały trafione.
- **Nie czyni** Nowego Meksyku idealnym oknem na całą planetę. Dodaje brakujący południowy punkt danych do zapisu zdominowanego przez stanowiska północne.
- **Nie czyni** hasła „rozkwitwały aż do uderzenia” bezpiecznym nagłówkiem. To twierdzenie w najszybszej postaci, nie najczystszy wynik.

Jak mocne są dowody?

Dla wieku poziomów Naashoibito zawierających dinozaury dowody w tekście głównym są wystarczająco mocne, by mieć znaczenie. Autorzy łączą daty radioizotopowe detrytycznych ziaren sanidynu z magnetostratygrafią, a kluczowe daty odpowiadają interpretacji końca kredy. Praca bezpośrednio odnosi się też do starszego sporu, czy skamieniałości były znacznie wcześniejsze, pochodziły z samego końca kredy, czy nawet z paleocenu.

Pozostaje zastrzeżenie techniczne. Szczegółowa geochronologia, interpretacja magnetyczna i tabele danych znajdują się w materiałach uzupełniających „Science”. Główna praca podaje potrzebne twierdzenia i liczby, ale ostateczna kontrola przed publikacją powinna sprawdzić suplement, zanim każdy szczegół metodologiczny zostanie uznany za zamknięty.

W przypadku szerszego twierdzenia ekologicznego dowody są sugestywne i użyteczne, lecz bardziej zależne od modelu. Autorzy wykorzystują dane o występowaniu, grupowanie i ponowne próbkowanie do wnioskowania o bioprowincjach. Są to odpowiednie narzędzia do tego pytania, ale wynik zależy również od próbkowania skamieniałości, przypisań taksonomicznych, podziału czasu i sposobu traktowania braków. Zapis kopalny jest zbiorem danych z brakującymi zębami.

Najbezpieczniej rozdzielić odczyt: zapis z Nowego Meksyku jest rzeczywistym i ważnym południowym zapisem późnej kredy; wniosek, że zachodnia Ameryka Północna zachowała regionalną strukturę faun blisko końca, jest dobrze wsparty analizami autorów; należy oprzeć się skokowi od tego wyniku do globalnego stanu dinozaurów.

Dlaczego to ma znaczenie

Dawny spór o spadek różnorodności dinozaurów nie dotyczy wyłącznie dinozaurów. Dotyczy tego, jak duży ciężar może unieść jeden zapis kopalny.

Jeśli najlepszy zapis końca kredy pochodzi z północnych Wielkich Równin, łatwo pozwolić mu reprezentować cały kontynent, a następnie kontynentowi — cały świat. To efektywne. Tak właśnie wzorzec regionalny zamienia się jednak w globalną opowieść, wjeżdżając windą bez biletu.

Wynik z Nowego Meksyku czyni historię mniej gładką. Mówi: spójrzcie na południe. Oto jednostka z dinozaurami blisko granicy. Oto fauny, które nie są po prostu kopią północnych. Oto dowody, że temperatura i ekologia regionalna nadal miały znaczenie pod koniec gry.

Nie czyni to asteroidy mniej katastrofalną. Jeśli już, wyostrza katastrofę. Uderzenie nie nadeszło u kresu jednego uproszczonego ekosystemu. Trafiło zestaw regionalnych światów, które nadal miały własne układy.

Praca niesie też cichszą lekcję. Dobre datowanie zmienia narrację. Zespół skamieniałości bez pewnego wieku może stać się plotką z kośćmi. Umieszczony we właściwym miejscu zegara staje się dowodem.

Zwięzłe podsumowanie

Badanie w „Science” ponownie analizuje ogniwo Naashoibito w Nowym Meksyku, jednostkę zawierającą dinozaury, której wiek od dawna pozostawał sporny. Za pomocą datowania detrytycznego sanidynu metodą $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ i magnetostratygrafii autorzy ograniczają wiek głównych poziomów z dinozaurami do około 340 000 lat przed granicą kreda–paleogen. Czyni je to jednymi z ostatnich znanych nieptasich dinozaurów w Ameryce Północnej i zasadniczo rówieśnikami faun Hell Creek położonych dalej na północ. Następnie autorzy wykorzystują ekologiczne i biogeograficzne analizy występowania kręgowców w zachodniej Ameryce Północnej, by dowodzić, że fauny późnej kredy zachowały strukturę regionalną: dinozaury dzieliły się na dwie bioprowincje, a temperatura wydaje się ważnym czynnikiem napędzającym te różnice. Wynik sprzeciwia się wizji jednej, mało zróżnicowanej fauny dinozaurów na całym kontynencie, zanikającej jednolicie przed uderzeniem asteroidy. Nie dowodzi globalnie dobrego stanu dinozaurów, nie rozstrzyga każdego sporu o ich spadek ani nie pokazuje, że wszystkie rozkwiwały do samego końca. Pokazuje, że lepiej datowany zapis południowy czyni ostatni rozdział Ameryki Północnej bardziej regionalnym, uporządkowanym i mniej gładkim.

Kontrola bez upiększeń

Co pokazuje praca: Poziomy ogniwa Naashoibito w Nowym Meksyku zawierające dinozaury pochodzą z samego końca kredy, prawdopodobnie nie dalej niż około 340 000 lat od granicy K–Pg, a zapis kręgowców zachodniej Ameryki Północnej wspiera utrzymywanie się regionalnych

bioprowincji blisko końca.

Co jest prawdopodobne, ale nieudowodnione: Że wiele ekosystemów dinozaurów nadal było stabilnych tuż przed uderzeniem asteroidy; że temperatura pomagała utrzymywać odrębne północne i południowe światy fauny; że starsza koncepcja prostego spadku na całym kontynencie jest zbyt gładka.

Czego praca nie pokazuje: Że dinozaury wszędzie rozkwitały; że żadna grupa ani region nie podupadały; że asteroida nie była głównym czynnikiem wymierania; że sam Nowy Meksyk przepisuje globalną historię końca kredy.

Główne ograniczenia: Regionalny zapis kopalny; zależna od modelu analiza prowincjonalizmu; błędy próbkowania skamieniałości; potrzeba ostatecznej kontroli szczegółowej geochronologii i metod analizy występowania względem materiałów uzupełniających „Science”.

Jak duże zaufanie powinien mieć czytelnik niespecjalista? Wysokie do wniosku, że Nowy Meksyk dostarcza obecnie ważnego południowego zapisu dinozaurów z późnej kredy. Dobrze do tego, że zachodnia Ameryka Północna zachowała regionalną strukturę faun blisko końca. Niskie do skrótu „dinozaury wszędzie miały się dobrze aż do asteroidy”. Rzeczywisty wynik jest lepszy: ostatni rozdział nie był jedną płaską historią całego kontynentu.

Źródła

Flynn et al., Late-surviving New Mexican dinosaurs illuminate high end-Cretaceous diversity and provinciality, *Science* 390, 400-404 (2025)
<https://doi.org/10.1126/science.adw3282>