The Clean Paper

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

Літопис скам'янілостей Нью-Мексико ускладнює останній розділ історії динозаврів

Дослідження Science передатувало член Naashoibito у Нью-Мексико до останніх кількох сотень тисяч років перед ударом астероїда. Це важливо, бо більшість найкращих свідчень про динозаврів кінця крейди походить із районів далі на північ. Новий південний літопис свідчить, що наприкінці крейди захід Північної Америки все ще мав регіонально відмінні фауни динозаврів, а не одну однорідну спільноту, що згасала. Це не доводить, що всі динозаврові екосистеми світу процвітали до самого удару; воно показує, як регіональний палеонтологічний літопис може надто згладити глобальну історію.

Written by Cinzia Vaglio · Cross-checked by Lucio Vaglio and Vera Rubin · Edited by Michele Renda · Figures by Lucio Vaglio and Nova Vela · 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 Garcia-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

Південний свідок біля самого кінця

Історію останніх динозаврів часто розповідають через північні Великі рівнини: Монтану, Дакоти, світ формації Гелл-Крік. Цей літопис достатньо добрий, щоб стати знайомим, а знайомство має неприємну звичку прикидатися повнотою. Скам'янілості розподілені нерівномірно, бо історія не була настільки люб'язною, щоб акуратно розкласти себе для нас по папках.

Нова стаття в Science додає південного свідка. Автори дослідили член Naashoibito у басейні Сан-Хуан у Нью-Мексико — багату на скам'янілості товщу порід, про вік якої сперечаються десятиліттями. Якби ці скам'янілості були старшими, вони мало сказали б про останні моменти перед ударом астероїда. Якби вони належали до самого кінця крейдового періоду, їхнє значення було б набагато більшим.

Відповідь статті — другий варіант. За допомогою нової геохронології та магнітостратиграфії команда стверджує, що основні горизонти члена Naashoibito з рештками динозаврів лежать у межах приблизно **340 000 років** від крейдово-палеогенової межі. Це ставить динозаврів Нью-Мексико достатньо близько до кінця, щоб вони могли щось сказати про давнє питання: динозаври вже переживали тривалий занепад чи багато екосистем усе ще зберігали регіональне різноманіття, коли стався удар?

Обережна відповідь — не «у всіх динозаврів усе було чудово, а потім — бах». У цього речення гарний ритм і погані манери. Краща відповідь вужча й корисніша: на заході Північної Америки добре датований південний літопис підтримує картину пізніх динозаврових фаун, які все ще помітно відрізнялися між регіонами, а не являли собою одну бідну на види спільноту, що всюди одночасно згасала.

Цього достатньо. Гучнішого капелюха результату не потрібно.

Пустельна місцевість Bisti/De-Na-Zin у Нью-Мексико, ландшафт бедлендів у ширшому регіоні басейну Сан-Хуан. Зображення дає контекст, але не є доказом із статті Science: аргумент дослідження спирається на датовані шари зі скам'янілостями, а не на краєвид.

Bob Wick / BLM California CC BY 2.0

Що тут означає «у межах 340 000 років»?

Удар астероїда й крейдово-палеогенову межу датують приблизно **66,052 мільйона років тому**. Питання полягає в тому, де відносно цієї лінії лежать породи зі скам'янілостями.

Автори не датували кістки динозаврів безпосередньо й не оголосили питання закритим. Вони датували зерна вулканічних мінералів, насамперед санідину, з пісковиків розрізу Naashoibito за допомогою **^{40}Ar/^{39}Ar-геохронології** і поєднали ці дати з **магнітостратиграфією** — записом змін полярності магнітного поля Землі, збереженим у породах.

Коротко: один зразок дає максимальний вік осадження **66,87 ± 0,04 мільйона років**, інший зразок із динозаврового горизонту — **66,38 ± 0,08 мільйона років**, а магнітний патерн поміщає верхню частину розрізу в останній інтервал оберненої полярності крейдового періоду. Разом ці обмеження ставлять основні динозаврові горизонти дуже близько до межі. Це геологічний годинник, а не секундомір, але його точності достатньо, щоб змінити аргумент.

Що зробили автори

Команда поєднала два типи роботи, які потребують один одного. По-перше, вона уточнила вік члена Naashoibito. Ця товща лежить над давнішими породами кампанського ярусу й під ранньопалеоценовими, але її точний вік був спірним: деякі попередні інтерпретації відносили її приблизно до 70–69 мільйонів років тому, інші — до самого кінця крейди, а окремі твердження навіть переносили частини літопису в палеоцен. Автори виміряли геологічні розрізи, відібрали зразки в місцях із рештками динозаврів, датували уламкові зерна санідину методами $^{40}Ar/^{39}Ar$ і прив'язали розріз до відомих інтервалів магнітної полярності.

По-друге, вони запитали, який вигляд мала ця фауна в ширшому контексті. Дослідники зібрали дані про знахідки наземних і прісноводних хребетних на заході Північної Америки в кампані, маастрихті та ранньому палеоцені, а потім використали екологічні й біогеографічні методи, щоб перевірити, чи були фауни регіонально відмінними або однорідними. Ключове слово тут — **провінційність**: чи мали різні регіони свої відмінні угруповання, а не однакових тварин усюди.

Це важливо, бо одна версія пізньої історії динозаврів стверджує, що в маастрихті захід Північної Америки ставав однорідніше: регіональних відмінностей було менше, а фауна — космополітичнішою. Однорідніше систему з нижчим різноманіттям легше уявити вразливою ще до астероїда. Регіонально структурована система розповідає іншу історію.

Що вони виявили

Ключовим є датування. Два зразки Naashoibito з горизонтів, що містять динозаврів, дають обмеження пізнього маастрихту. Один зразок пісковику, H08-Sand-08, дав максимальний вік осадження **66,87 ± 0,04 мільйона років**. Зразок із «34-Bone Site», де знайдено частковий скелет ламбеозавринового гадрозавра, дав максимальний вік осадження **66,38 ± 0,08 мільйона років**. Разом із записом магнітної полярності це дозволяє авторам розмістити основні динозаврові горизонти Naashoibito в межах приблизно **340 000 років** від межі K-Pg.

Таким чином, літопис басейну Сан-Хуан приблизно одночасний із краще відомими фаунами Гелл-Крік далі на півночі. Він також відділяє динозаврів Naashoibito від найдавнішої палеоценової фауни Nacimiento приблизно **700 000 роками**. Це важливо, бо нікому не хочеться випадково поставити непташиних динозаврів по неправильний бік межі вимирання. Було б неохайно. І просто неправильно.

Екологічний результат — друга половина картини. У проаналізованих інтервалах самого кінця крейди автори знайшли свідчення **двох біопровінцій** на заході Північної Америки. Якщо аналізувати лише динозаврів, вони поділялися на дві біопровінції в усіх досліджених інтервалах пізньої крейди. Стаття стверджує, що перед ударом

астероїда ці регіональні відмінності не просто зникли, перетворившись на одну однорідну фауну.

Причиною була не лише лінія, проведена з півночі на південь. Аналізи вказують на **температуру** як на головний чинник формування цих біопровінцій у крейдовому періоді, тоді як географія відігравала другорядну роль. Тепліші південні регіони могли бути сприятливішими для одних тварин, наприклад завроподів, а прохолодніші північні — для інших, як-от гадрозаврини. Сенс не в тому, що кожна провінція була «здоровішою» за інші. А в тому, що карта пізньої крейди все ще мала структуру.

Чого це *не* доводить

- Це **не доводить**, що динозаври всюди на Землі процвітали до самого удару астероїда. Автори прямо наголошують: це все ще переважно північноамериканська картина.
- Це **не стирає** свідчень занепаду в окремих групах, регіонах чи аналізах. Робота заперечує надто гладку історію занепаду всього континенту, а не кожну можливу версію стресу до вимирання.
- Це **не показує**, що астероїд був неважливим. Удар залишається головною подією на межі; стаття запитує, які саме екосистеми він уразив.
- Це **не перетворює Нью-Мексико** на ідеальне вікно в історію всієї планети. Воно додає південну точку даних, якої бракувало літопису, де домінують північні місцезнаходження.
- Це **не робить** «процвітали до самого удару» безпечним заголовком. Це найширша версія твердження, а не найчистіше формулювання результату.

Наскільки сильні докази?

Щодо віку динозаврових горизонтів Naashoibito докази в основному тексті достатньо сильні, щоб мати значення. Автори поєднують радіоізотопні дати уламкових зерен санідину з магнітостратиграфією, і ключові дати узгоджуються з інтерпретацією самого кінця крейдового періоду. Стаття також прямо розбирає стару суперечку про те, чи були ці скам’янілості значно старшими, пізньокрейдовими або навіть палеоценовими.

Залишається технічне застереження. Детальна геохронологія, інтерпретація магнітного запису й таблиці даних містяться в додаткових матеріалах Science. Основна стаття дає необхідні твердження й числа, але перед остаточною публікацією варто звірити додаток, перш ніж вважати кожну методичну деталь закритою.

Для ширшого екологічного твердження докази цікаві й корисні, але сильніше залежать від моделі. Автори використовують набори даних про знахідки, кластеризацію та повторну вибірку, щоб вивести біопровінції. Це правильні інструменти для такого

питання, але водночас результат залежить від того, які скам'янілості потрапили до вибірки, як визначено таксони, як поділено час на інтервали й як оброблено відсутності. Палеонтологічний літопис — це дані з відсутніми зубами.

Тому найбезпечніше читати результат у двох частинах: літопис Нью-Мексико — справжній і важливий південний літопис кінця крейди; висновок про те, що захід Північної Америки зберігав регіональну структуру фаун до самого кінця, добре підтримується аналізами авторів; а от стрибка від цього до оцінки стану динозаврів у всьому світі слід уникати.

Чому це важливо

Стара суперечка про занепад динозаврів стосується не лише динозаврів. Вона стосується того, яку вагу здатен витримати один палеонтологічний літопис.

Якщо найкращий літопис кінця крейди походить із північних Великих рівнин, дуже спокусливо дозволити йому представляти весь континент, а потім дозволити континенту представляти весь світ. Це ефективно. І саме так регіональний патерн піднімається ліфтом без квитка й перетворюється на глобальну історію.

Результат із Нью-Мексико робить історію менш гладкою. Він каже: подивіться на південь. Ось товща з динозаврами, близька до межі. Ось фауни, які не просто повторюють північні. Ось свідчення того, що температура й регіональна екологія все ще мали значення наприкінці гри.

Це не робить астероїд менш катастрофічним. Якщо вже на те пішло, катастрофа стає різкішою. Удар не прийшов наприкінці існування єдиної спрощеної екосистеми. Він влучив у сукупність регіональних світів, які все ще мали власний устрій.

Є в статті й тихіший урок. Добре датування змінює наратив. Комплекс скам'янілостей без надійного віку може стати чуткою з кістками. Поставте його в правильне місце на годиннику — й ті самі скам'янілості стають доказом.

Короткий підсумок

Дослідження в Science повторно аналізує член Naashoibito у Нью-Мексико — товщу з динозаврами, про вік якої давно сперечаються. Використовуючи $^{40}Ar/^{39}Ar$-датування уламкового санідину й магнітостратиграфію, автори обмежують вік основних динозаврових горизонтів приблизно останніми 340 000 років перед крейдово-палеогеновою межею. Це робить їх одними з останніх відомих непташиних динозаврів Північної Америки й приблизними сучасниками фаун Гелл-Крік далі на півночі. Далі автори застосовують екологічний і біогеографічний аналіз знахідок хребетних на заході Північної Америки й стверджують, що пізньокрейдові фауни зберігали регіональну структуру: динозаври

поділялися на дві біопровінції, а температура, схоже, була одним із головних чинників цих відмінностей. Результат суперечить картині однієї бідної на види континентальної фауни динозаврів, яка рівномірно згасала перед ударом астероїда. Він не доводить глобального благополуччя динозаврів, не закриває всі суперечки про занепад і не показує, що всі динозаври процвітали до самого кінця. Він показує, що краще датований південний літопис робить останній розділ північноамериканської історії більш регіональним, структурованим і менш гладким.

Твереза оцінка

Що показує стаття: Горизонти члена Naashoibito з динозаврами в Нью-Мексико належать до самого кінця крейди, ймовірно перебуваючи в межах приблизно 340 000 років від межі K-Pg, а літопис хребетних заходу Північної Америки підтримує існування стійких регіональних біопровінцій до самого кінця.

Що правдоподібне, але не доведене: Що багато динозаврових екосистем залишалися стійкими безпосередньо перед ударом астероїда; що температура допомагала підтримувати різні північні й південні фауністичні світи; що старіша ідея простого загальноконтинентального занепаду надто згладжена.

Чого робота не показує: Що динозаври процвітали всюди; що жодні групи чи регіони не занепадали; що астероїд не був головним пусковим механізмом вимирання; що одне лише Нью-Мексико переписує глобальну історію кінця крейди.

Основні обмеження: Регіональний палеонтологічний літопис; модельно залежний аналіз провінційності; упередження вибірки скам’янілостей; детальну геохронологію й методи роботи з даними про знахідки ще слід остаточно звірити з додатковими матеріалами Science.

Скільки довіри варто мати звичайному читачеві? Високу щодо того, що Нью-Мексико тепер дає важливий південний літопис динозаврів самого кінця крейди. Добру щодо того, що захід Північної Америки зберігав регіональну структуру фаун до самого кінця. Низьку щодо спрощення цього до «з динозаврами всюди все було гаразд аж до астероїда». Справжній результат кращий: останній розділ не був однією пласкою загальноконтинентальною історією.

Джерела

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