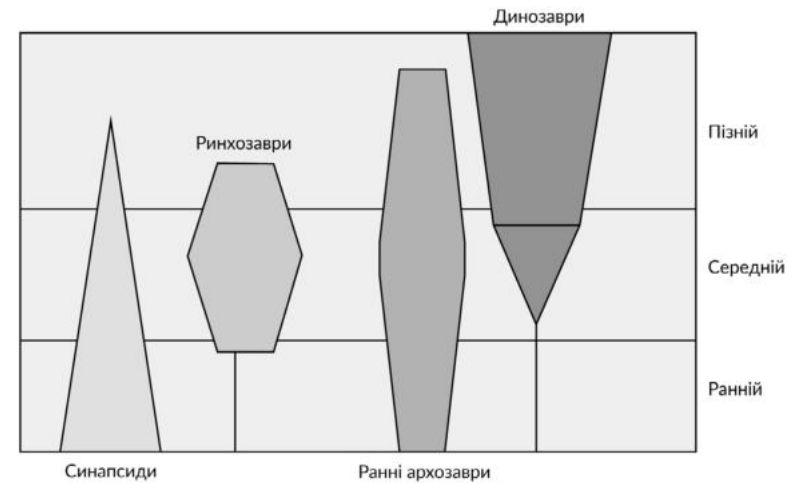


ПОХОДЖЕННЯ ДИНОЗАВРІВ

Одне відомо точно: динозаври з'явилися в тріасовий період, між 252 та 201 мільйонами років тому. Майже в усьому іншому ми не впевнені. Наприклад, коли саме вони з'явилися, у ранньому чи пізньому тріасі? Яким був світ, коли вони вийшли на сцену? Чи проторували вони шлях до панування в глобальній екосистемі відчайдушною боротьбою з іншими тваринами або ж їм просто пощастило посісти своє місце? Всі ці теми були актуальними у 1980-х, коли я починав кар'єру палеонтолога. Все своє життя я присвятив пошуку відповідей на ці питання, проте не можу сказати, що знайшов їх усі: щоразу, коли розв'язуєш одну проблему, виникають нові. Це розповідь про мінливі уявлення щодо еволюції, нові скам'янілості й нові дослідження.

Навчаючись у докторантурі, я намагався розробити екологічну модель походження динозаврів. Тодішня «стандартна» модель являла собою триетапний процес. Спершу синапсиди, пращури ссавців, були панівними всеїдними. Потім синапсидів витіснили ринхозаври як травоядні та ранні архозаври як м'ясоїдні. До архозаврів належать сучасні птахи й крокодили, а також динозаври та їхні пращури. Нарешті, ринхозаври і ранні архозаври поступилися динозаврам. Ми невдовзі зустрінемося з усіма цими тваринами й особливу увагу звернемо на ринхозаврів і перших динозаврів.

Вважалося, що ці етапи утворювали екологічну естафету, в якій одна група поступається іншій, а та своєю чергою поступається наступній. Цю модель походження динозаврів запропонували двоє видатних американських палеонтологів Ел Ромер і Нед Колберт, автори всіх стандартних підручників, тож їхні ідеї були поширені та відомі. Важливо, що естафетна модель Ромера–Колберта припускає конкуренцію між усіма



Класична модель походження динозаврів за поступовим конкурентним заміщенням у тріасовий період

цими тваринами, і що динозаври в якийсь спосіб вибороли собі шлях до панування. Як їм це вдалося? Можливо, тому, що вони мали вертикальну поставу, тож могли бігати швидше за своїх менш успішних сусідів. У ширшому еволюційному розумінні модель екологічної естафети Ромера–Колберта твердо вкладалася в припущення, що масштабна еволюція була поступальною.

Молодим науковим співробітником я запропонував цілковито протилежний погляд у статті 1983 року. Я стверджував, що динозаври вирвалися на сцену приблизно 230 мільйонів років тому не після тривалої конкурентної боротьби, а після епізоду вимирання. Ринхозаврів і ранніх архозаврів убила зміна клімату, що спричинила посушливі умови й поширення нових видів рослин, зокрема хвойних. Ринхозаври засмучено жували жорсткі голки та шишки з хвойних дерев, що постали на сухому ґрунті; власне, вони звикли харчуватися такими ж жорсткими, але більш поживними рослинами на кшталт насінних папоротей, але ті потребували вологішого клімату. Можливо, посушливий клімат і поширення

хвойних спричинили швидку кончину насінних папоротей, а за ними й ринхозаврів. Під час свого розквіту ринхозаври були дуже численними й становили до 80 відсотків усієї викопної фауни. Після їхнього вимирання динозаври скористалися нагодою й поширилися в порожньому екопросторі — це, як я стверджував 1983-го, радше опортунізм, аніж прогрес.

Ця моя ідея, напевно, дуже дратувала визнаних палеонтологів. Справді, у мене відбулася палка й неочікувана дискусія з британським патріархом досліджень тріасових динозаврів, головою відділу динозаврів Музею природничої історії в Лондоні, доктором Аланом Черігом. Він перехопив мене на конференції в Манчестері 1985-го, і в нас було серйозне обговорення — у душі. (У ті часи конференції зазвичай проводили в університетських гуртожитках із загальним душем.) Я намагався переконати Черіга, що для розв'язання великих проблем макроеволюції варто використовувати числові й філогенетичні методи, але він не погоджувався. Ми лишилися кожен зі своїм і розійшлися мирно, хоч і трохи пригніченими.

Отже, це розповідь про масштабні еволюційні зміни, яка, втім, залежить від хорошого знання скам'янілостей, порід і моделей, які цю еволюцію описують. Нам треба розглянути екологію тріасових звірів, потім ринхозаврів (дивну, але привабливу групу тріасових тварин, які є важливими в багатьох аспектах), тоді питання найперших динозаврів, і насамкінець те, як скласти до купи історію скам'янілих знахідок, кліматичних змін і масових вимирань, щоб дізнатися, яким чином динозаври запанували на Землі.

Екологія та походження динозаврів

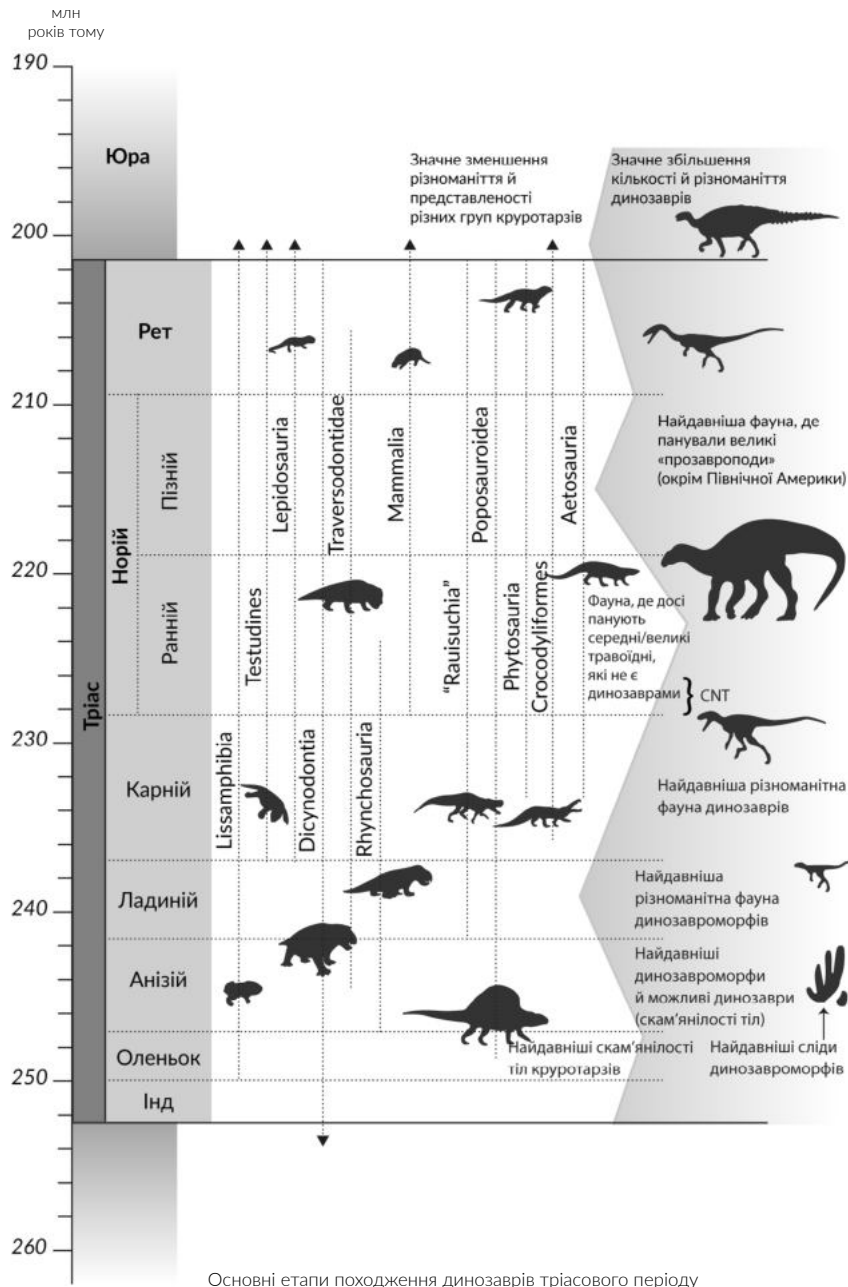
То чому Ромер, Колберт і Черіг стверджували, що динозаври витіснили своїх суперників у конкурентній боротьбі? Частково через припущення про поступовість еволюції — динозаври замінили своїх суперників-невдах (синапсидів, ринхозаврів

і ранніх архозаврів), а їх і собі 180 мільйонів років потому замінили ссавці. Кожен етап на цьому шляху супроводжувало певне вдосконалення, завдяки якому тварини ставали швидшими, розумнішими або принаймні кращими суперниками.

У дечому це чистий дарвінізм — виживання найпристосованішого, постійне вдосконалення. Втім, із 1980-го ми дізналися, що еволюція не є однонапрямною чи непохитною. Власне, довкілля і надалі змінюється — клімат стає теплішим чи прохолоднішим, континенти рухаються, виникають гірські кряжі, підіймається і спадає рівень моря. Унаслідок цих змін рослини й тварини і досі адаптуються в суто дарвіністський спосіб, але так ніколи й не досягають досконалості. Зміни довкілля непередбачувані та випадкові, тож види загалом успішні, але ніколи не ідеальні.

У 1980-х науковці зосереджувалися на поставі тварин. Сучасні рептилії, як-от черепахи, ящірки та крокодили, мають латеральне положення кінцівок. Це означає, що їхні передні й задні ноги трохи виступають убік. Під час пересування, якщо дивитися згори, кожна нога описує широку дугу, а хребет вигинається з боку в бік. Рептилії з латеральним положенням кінцівок тримають живіт близько до землі й загалом можуть рухатися швидко лише на коротких відстанях. Ссавцям натомість властива пряма хода, їхні руки і ноги немовби підіткнуті під тіло. Під час ходьби вони використовують їхню повну довжину, щоби зробити крок, тому кінцівки чи тіло не відхиляються вбік. Відомо, що багато ссавців, зокрема коні чи вовки, можуть бігти швидко на довгі відстані, на що істоти з латеральним положенням кінцівок загалом не здатні.

У тріасовий період відбулася помітна зміна в поставі рептилій. Синапсиди й ринхозаври переважно мали латеральне положення кінцівок, тоді як динозаври були прямохідними, тож це давало їм конкурентну перевагу. Динозаври могли пересуватися швидше за своїх попередників і в підсумку виграли біологічну гонитву озброєнь, яка тривала всі 50 мільйонів років тріасу.



Основні етапи походження динозаврів тріасового періоду

Теорія здавалася зрозумілою й начебто пояснювала дані. Однак мене вона не задовольняла — через те, що скам'янілості й геологічні породи розповідали іншу історію. Перемога динозаврів відбулася швидко, а не поступово, і не було доказів безпосереднього суперництва. Це впливало з моїх дисертаційних досліджень ринхозаврів — групи рептилій, що панувала в усьому світі якраз перед стрімким поширенням динозаврів.

Ринхозаври

Розпочавши свої дисертаційні дослідження 1978 року, мій керівник, Алік Д. Волкер із Ньюкаслського університету, доручив мені працювати над *Hyperodapedon* (див. с. 31), ринхозавром пізнього тріасового періоду. Моїм завданням було оглянути приблизно двадцять екземплярів цієї дивної й незграбної чотиринової рептилії-трав'яїда. Зразки походили з жовтих піщаників навколо Елгіна, привабливого ринкового містечка в північно-східній Шотландії, де їх збирали ще з 1850-х.

Із цими скам'янілостями було неможливо працювати, бо вони мали вигляд порожнин у камені. Якоїсь миті у 230-мільйоннорічній історії того куточка Шотландії геологічні породи опустилися глибше під землю, стиснулись, частково переплавились, а потім знову піднялися на поверхню. Кістковий матеріал досі був там, але нагадував якусь шпаклівку. У вікторіанську епоху музейні препаратори молотком і стамескою старанно зчищали дрібнозернистий піщаник із розплющених кісток, але результати загалом були невтішні.

У 1950-х, розпочинаючи вивчення фауни тріасового періоду біля Елгіна, Алік Волкер здогадався видалити кістковий дріб'язок зі зразків, а потім зробив високоточні зліпки. З якихось причин, про які я так і не дізнався, він узяв за матеріал для зліпків полівінілхлорид (ПВХ). З нього виготовляють гумові рукавички: густу рідину, здатну зберігати колір, заливають

у форму, запікають до затвердіння й тоді дістають. Надзвичайна еластичність і міцність гумової рукавички з ПВХ були саме тим, що ми потребували, — після заливки й запікання ПВХ глибоко проникав у кожен порожнину та тріщину в камені.

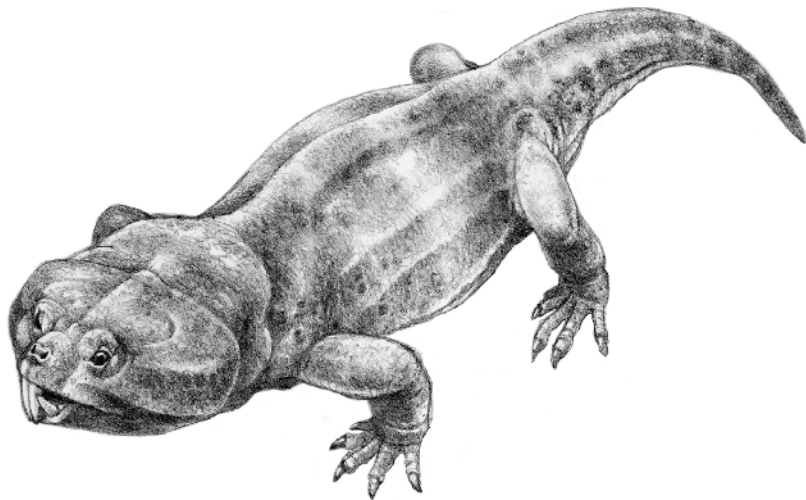
Іноді мені доводилося просити трьох чи чотирьох колег-студентів, щоби вони допомогли витягти з каменя ПВХ-зліпок кістки ноги чи черепа. Утім, воно було того варте, бо піщаник зберігав найдрібніші деталі, показуючи, наприклад, слізу протоку ока, великі кров'яні судини й шви між кістками черепа *Hyperodapedon*.

Отже, ринхозаври могли сягати півтора метра завдовжки й мали впізнаваний череп із гачкуватим носом, схожим на усмішку, якщо дивитися збоку, і чималою основою. Ця основа була такою широкою, що між маленькою черепною коробкою й щелепами, на яких за життя розташовувалися кілька потужних щелепних м'язів, виникав величезний проміжок. Діаметр м'яза дає змогу виміряти його силу, і ринхозаври мали, безсумнівно, потужні щелепи. Це підтверджували кілька рядів зубів, які розташовувалися позаду кожної щелепної кістки. І зубний ряд розширювався у міру того, як тварина росла. Ближче до переду зуби були плоскими через тертя між щелепами. Справді, один із перших палеонтологів, який описав ринхозаврів, знаменитий прихильник Дарвіна Томас Генрі Гакслі, порівнював змикання їхніх щелеп зі складанням кишенькового ножа: нижня щелепа — це лезо, яке зручно вкладається в заглибини верхньої. Це свідчить, що єдина щелепна дія, на яку були здатні ринхозаври, — це розрізання їжі мовби парою кравецьких ножиць. Цю дію іноді називають «стриженням». Щелепи не могли рухатися вбік, тому ринхозаври не здатні були пережовувати їжу.

Зрозуміти пристосування і світ ринхозаврів було важливо, бо вони панували серед трав'янистих, перш ніж на сцену зішли динозаври. Як швидко їх замінили, і чи витіснили їх динозаври чи ж ринхозаври померли з інших причин?

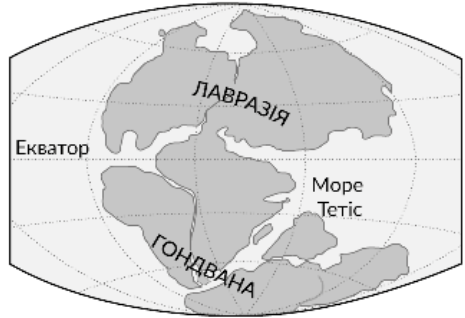
ГІПЕРОДАПЕДОН

Рід *Hyperodapedon*
 Вид *gordoni*

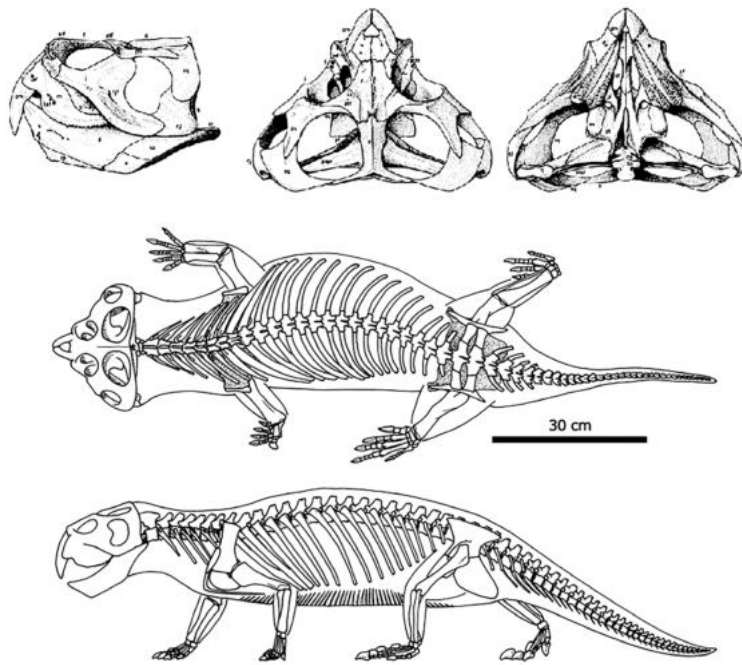


Описав	Томас Гакслі 1859-го
Вік	пізній тріасовий період, 237–227 млн років тому
Місце знахідки скам'янілостей	Шотландія
Класифікація	<i>Archosauromorpha</i> ► <i>Rhynchosauria</i>
Довжина	1,3 м
Вага	50 кг
Маловідомий факт	<i>Hyperodapedon</i> був поширений в усьому світі й відомий з Аргентини, Бразилії, Індії й Танзанії

Земля пізнього тріасового періоду ►



Коли настав час закінчувати аспірантуру, я постав перед дилемою. Ринхозаври були чарівні, принаймні так мені здавалося, з їхніми щасливими усмішками й стрижучими щелепами, але всі однакові. Палеонтологи відкопали сотні скелетів ринхозаврів, не тільки в Шотландії, а й у триасових породах схожого віку в Бразилії, Аргентині, Індії, Танзанії, Зімбабве, Канаді та Сполучених Штатах. Спершу ці знахідки мали декілька різних назв, але я з іншими вченими дослідили їх повторно і не змогли виокремити якісь відмінності. Ринхозавр *Hyperodapedon* був поширений в усьому світі в пізній триасовий період, одночасно з найдавнішими у світі динозаврами.



Ринхозавр *Hyperodapedon* з Елгіна в Шотландії — сторінка з моєї дисертації

Яким був перший динозавр

Аж до 2000 року всі найдавніші відомі динозаври походили з пізнього триасового періоду, і їх датували приблизно 230 мільйонами років. Найдавніші репрезентативні зразки динозаврів знайшли в аргентинській формації Ісчігуаласто наприкінці 1950-х і в 1960-х, коли Ел Ромер з Гарварду разом із місцевими аргентинськими геологами почали розкопки. Місцевість Ісчігуаласто пролягає поблизу Анд і підіймається схилами величного гірського кряжа. Геологи подолали 200 кілометрів на північ від містечка Мендоса, що в провінції Сан-Хуан, спершу прохідними дорогами, а тоді путівцями, підбираючись щораз ближче до ділянки з динозаврами. Ландшафт Ісчігуаласто утворюють широкі голі долини, розмиті сезонними повеннями, чії води зриваються зі східного схилу Анд, лишаючи по собі смуги неродючих земель із широкими ущелинами, встеленими сумішшю червоного й сірого піщанику. Відклади зі скам'янілостями лежать у Провінційному парку Ісчігуаласто, розташованому в місцині з романтичною назвою Вальє-де-ла-Луна — Долина Місяця. Розкопувати такі безплідні ландшафти важко, проте це ідеальна територія для полювання на скам'янілості, оскільки тут немає родючого ґрунту чи рослинності, й білі з пурпуровим відтінком кістки добре вирізняються в породі.

Колекція скам'янілостей, яку зібрав Ромер, вирушила в Гарвард. Там він зі студентами опублікував серію робіт, у яких описав свої знахідки, включно з динозавром ***Herrerasaurus*** (див. с. 36). Назву цьому динозаврові дав 1963-го Освальдо Рейт, поважний аргентинський палеонтолог. *Herrerasaurus* був великою твариною, до шести метрів завдовжки, і мав сильні щелепи, здатні розрізати м'ясо. Він був двоногий і, очевидно, спроможний швидко рухатися на сильних прямих ногах із широко розставленими пальцями. Також *Herrerasaurus* мав довгі руки, якими хапав здобич. Його щелепи мали по двадцять п'ять схожих на ятагани зубів, кожен із зазубреним краєм, немов

ножі для стейка. Мені болісно повідомляти, що *Herrerasaurus*, напевно, був достатньо великим, аби харчуватися найрозповсюдженішими тваринами того часу — ринхозаврами. Серед інших тварин у відкладах Ісчігуаласто були менші, наприклад динозаври *Eoraptor* і *Panphagia*, кожен завдовжки з метр, а також броньовані травоїдні ранні архозаври — етозаври, і деякі менші м'ясоїдні синапсиди, що, ймовірно, скидалися на частково волохатих і частково лисих шурів.

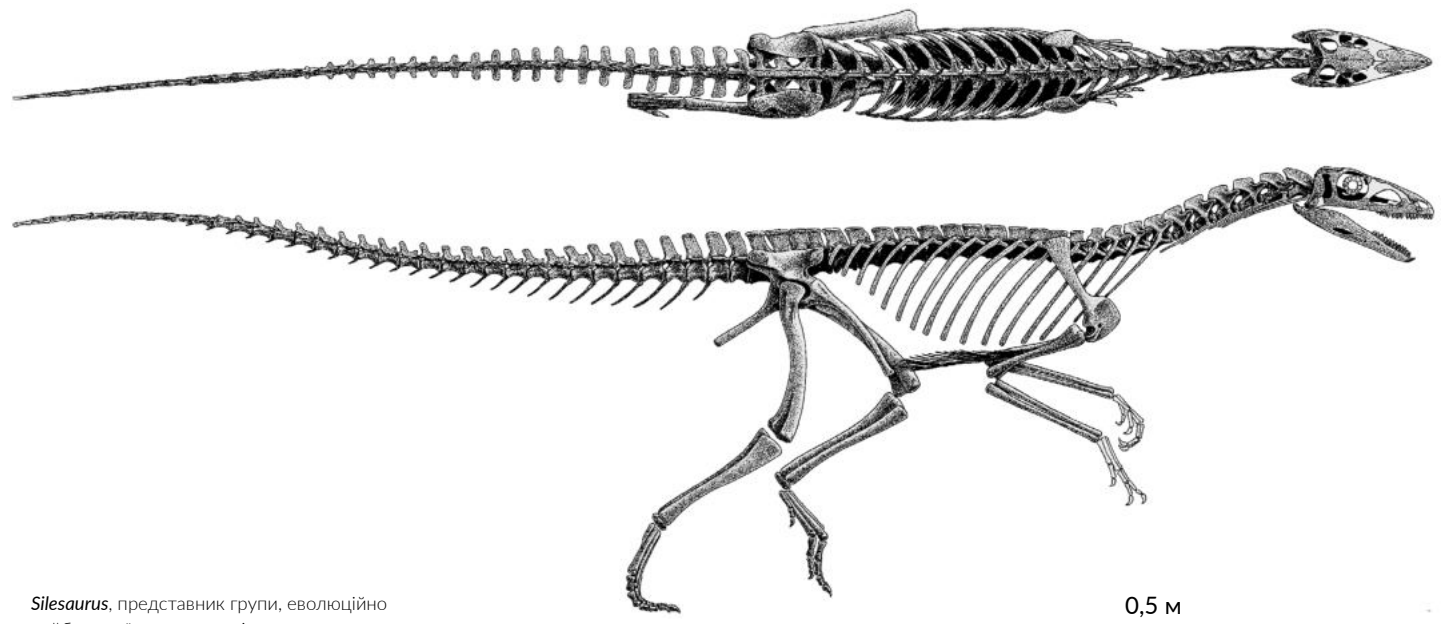
Наукові експедиції до Провінційного парку Ісчігуаласто в 1990-х виявили ще десятки динозаврячих скелетів, включно з доволі цілісними зразками *Herrerasaurus* та *Eoraptor*. Динозаври Ісчігуаласто, віком приблизно 230 мільйонів років, загалом схожі на дрібних динозаврів із формацій того ж віку в Бразилії, Індії та Північній Америці, саме тому я взяв їх за ознаку стрімкого видоутворення динозаврів у всьому світі після великої екологічної кризи.

Потім, після 2000-го, низка нових відкриттів несподівано відсунула дату походження динозаврів на 15 мільйонів років у минуле й помістила її в цілковито новий і неочікуваний контекст.

Перший натяк на революцію в нашому розумінні з'явився в Польщі. 2003-го Єжи Дзік, директор Палеонтологічного інституту Варшави, повідомив про худорляву рептилію з півдня Польщі під назвою *Silesaurus* (див. с. 36). Скам'янілість була навдивовижу повною, приблизно два метри завдовжки. То була рептилія з довгим

струнким тілом та тонкими кінцівками. Вона мала пряму поставу, видовжену шию та гладку голову. Схоже, бігав *Silesaurus* переважно на двох ногах, а довгі тонкі руки міг використовувати для повільної ходи на всіх чотирьох. Щелепи вистеляли зуби, схожі на кілки, а попереду розташовувалася подоба дзьоба. Вочевидь, *Silesaurus* був травоїдом, який щипав листя ороговілими кінчиками щелеп і пережовував їжу глибше в роті. *Silesaurus* скидався на динозавра, проте не зовсім. Тож чи міг він бути першим динозавром?

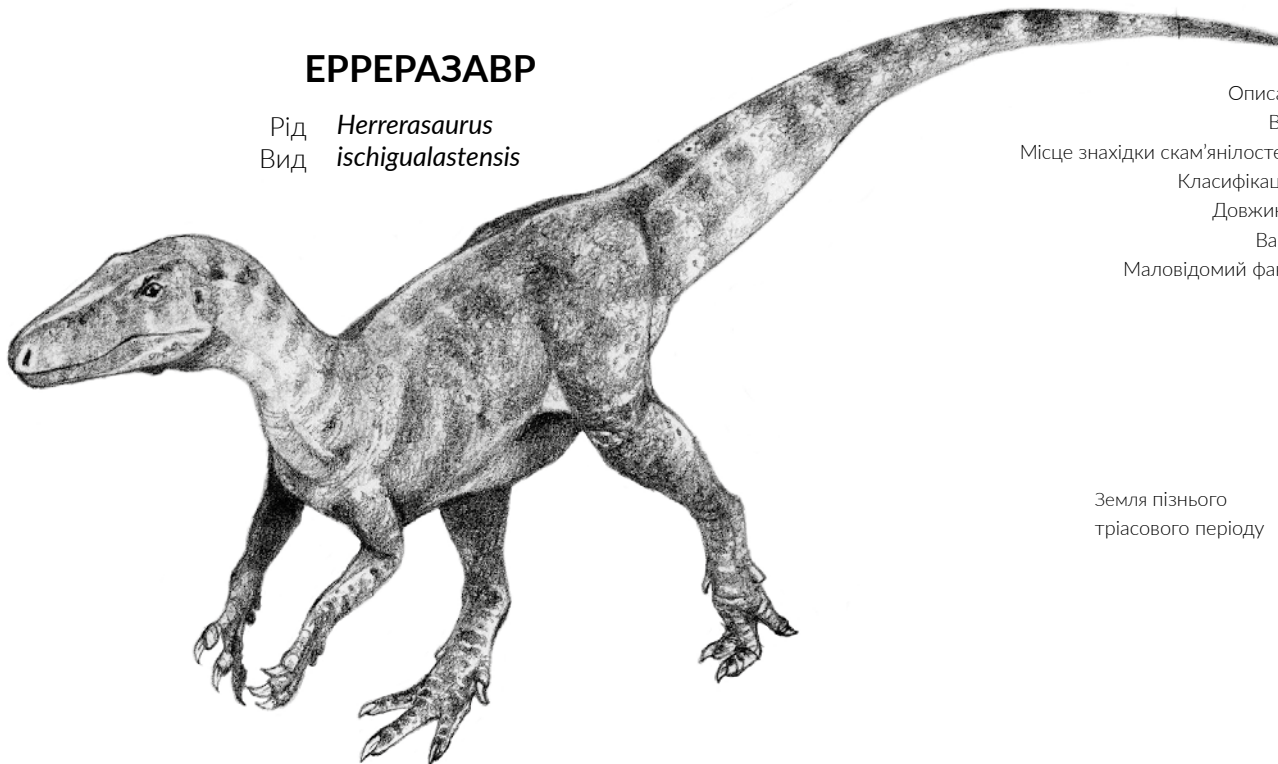
Другий польський сюрприз нагодився 2011-го, коли Стів Брусатте, Гжегож Недзведзький і Річард Батлер з'ясували, що тонкі трипальцеві сліди з кількох місцевостей, безсумнівно, належать динозавру. Їхнє відкриття взяли під сумнів — чи можемо ми бути впевнені, що ці маленькі скам'янілі сліди справді залишив динозавр? А раптом вони належали комусь схожому на динозавра, може, навіть силезавриду? Що ж, так, це можливо, проте почасти це не має значення.



Silesaurus, представник групи, еволюційно найближчої до динозаврів

ЕРРЕРАЗВР

Рід *Herrerasaurus*
Вид *ischigualastensis*



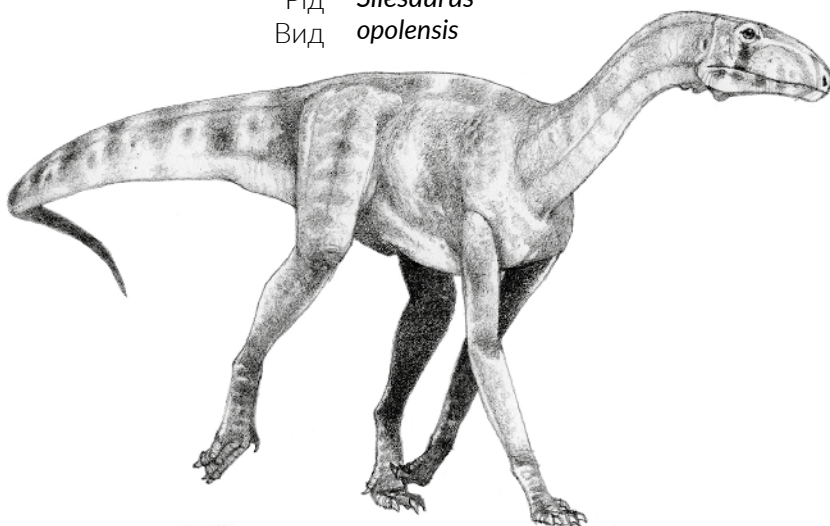
Описав Освальдо Рейґ 1963-го
Вік пізній тріасовий період, 237–227 млн років тому
Місце знахідки скам'янілостей Аргентина
Класифікація *Dinosauria* ► *Saurischia* ► *Herrerasauridae*
Довжина 6 м
Вага 270 кг
Маловідомий факт *Herrerasaurus* схожий на теропода, але насправді є раннім ящеротазовим — ані тероподом, ані завроподоморфом

Земля пізнього тріасового періоду ►



СИЛЕЗАВР

Рід *Silesaurus*
Вид *opolensis*



Описав Єжи Дзік 2003-го
Вік пізній тріасовий період, 227–201 млн років тому
Місце знахідки скам'янілостей Польща
Класифікація *Dinosauria* ► *Silesauridae*
Довжина 2,3 м
Вага 40 кг
Маловідомий факт скам'янілості знайшли в глиняному кар'єрі, яким користувалася компанія з виробництва цементу

Земля пізнього тріасового періоду ►



Остаточний доказ учені отримали 2010-го, коли Стерлінг Несбітт повідомив про силезаврида середнього тріасового періоду з формації Манда в Танзанії — *Asilisaurus*. Формацію Манда утворює піщаник червоного кольору, відкладений у прадавніх річках. Нині породи залягають під тонким шаром ґрунту біля берегів озера Малаві. Перші скам'янілості там знайшли сто років тому, але нові дослідження Стерлінга Несбітта та його команди виявили багато чудових нових зразків.

Відкриття *Asilisaurus* перенесло дату походження динозаврів з 230 до 245 мільйонів років тому або й давніше. Річ у тім, що жилий польський *Silesaurus*, так схожий на динозавра, був не єдиним. Виявляється, *Silesaurus* — представник цілої нової групи, яку 2010-го назвали *Silesauridae*. До цієї групи зарахували з пів десятка дрібних тварин середнього й пізнього тріасового періоду з Південної та Північної Америки... а тоді нагодився цей найдавніший силезаврид — *Asilisaurus*. Усі ці дрібні тварини скидалися на динозаврів, бо виявилось, що *Silesauridae* були найближчими родичами *Dinosauria* (офіційна назва динозаврів, яку запропонували 1842-го, про що дізнаємося в Розділі 2). Це означає, що в них був спільний прашур. Якщо *Silesauridae* з'явилися 245 мільйонів років тому, отже, їхні родичі, *Dinosauria*, мусили з'явитися приблизно у той самий час. У формації Манда є навіть потенційний динозавр, *Nyasaosaurus*, але про нього можемо судити тільки за окремими кістками.

Макроекологія походження динозаврів

Якщо динозаври з'явилися в ранньому, а не пізньому тріасовому періоді, це зсуває час їхньої появи в один із найбуремніших періодів у історії життя. Тоді все живе відновлювалося від майже цілковитого знищення, і довкілля постійно лихоманило від жажливих кислотних дощів, глобального потепління й зменшення рівня кисню на океанічному дні. Усе почалося

252 мільйони років тому під час найбільшого масового вимирання всіх часів — пермсько-тріасового.

Це вимирання спричинили величезні вулканічні виверження в сучасному Сибіру, які запустили всеосяжне знищення довкілля: кислотні дощі й екстремальне потепління знищили ліси з рослинами; ґрунти зміло в море, і по них лишився тільки виснажений кам'янистий і випалений ландшафт. Неглибкі моря замулилися через органічні рештки, і це порушило звичні океанічні цикли. Життя на суходолі та в морі загинуло, вижило лише п'ять відсотків видів тварин.

За сприятливих умов життя доволі швидко відновлюється після масового вимирання. Утім, світ раннього тріасового періоду був далекий від сприятливого. Впродовж шести мільйонів років після кризи відбувалися повторні епізоди вивержень й екологічного руйнування. Життя пів мільйона років відроджувалося, а тоді його знову відкидало назад. Саме в такий тривожний світ прийшли перші динозаври, скориставшись своїм шансом проти інших груп у несприятливому середовищі.

У своїй роботі 1983 року я взяв під сумнів конкурентну модель успіху динозаврів і запропонував альтернативну модель вимирання. Щоб перевірити цю гіпотезу, я задокументував місцеперебування скам'янілостей і, наскільки це було можливо, зіставив їх із геохронологічною шкалою. Щонайменше це давало змогу перевірити закономірність змін. Мої дані свідчили, що впродовж тріасового періоду відбулася доволі різка зміна складу фауни рептилій. Ромер, Колберт і Черіг мали рацію в тому, що ми розпочали тріасовий період із фауни синнаксидів, пройшли через панування ринхозаврів і закінчили тріас із повсюдними динозаврами. Однак зміна відбувалася швидко, єдиною подією приблизно 230 мільйонів років тому.

Моя модель була чітко екологічною. Це означало, що я не просто зазначав присутність чи відсутність різних видів, а й хотів задокументувати їхню екологічну важливість. Це потребувало певних знань щодо їхніх розмірів і ймовірних раціонів,