

ЯК РОБЛЯТЬ НАУКОВІ ВІДКРИТТЯ

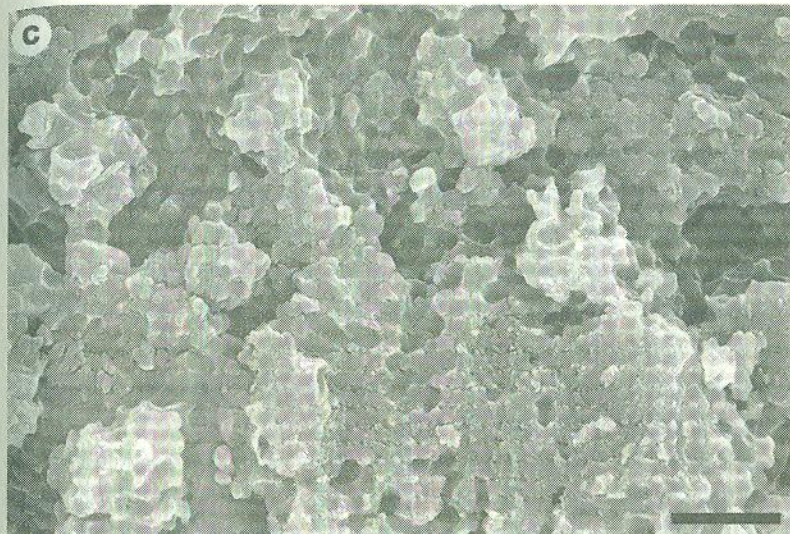
Відкриття

Я пам'ятаю той день — 27 листопада 2008 року, — коли Падді Орр із лабораторії зі сканувальним електронним мікроскопом (SEM) у Бристолі повідомив мені: «Ми знайшли в пір'ї ці типові органели. Як думаєш, що воно таке?» Я прийшов туди, і ми зі Стюартом Кернзом, керівником установи, оглянули крихітні фрагменти скам'янілостей оперених динозаврів із Китаю. Вони були на екрані — ряди трохи викривлених сфер глибоко в тканині пір'я. Коли Стюарт покрутив кульковим маніпулятором, поле огляду змінилося, і хай куди ми дивилися, скрізь бачили... меланосоми.

У скам'янілому пір'ї 125-мільйонної давнини.

Меланосоми — це крихітні порожнини у волосині чи пір'їні, що містять меланін. Меланін — пігмент, що надає волосся та пір'ю чорного, брунатного, сірого чи рудого кольору. Ми вперше — принаймні задокументовано — виявили докази наявності меланосом у динозаврів. І якщо все правильно зрозуміли, це доводило, що динозавряче пір'я мало колір. Можна сказати, що ми найперші побачили точний колір динозавра.

Тієї миті нас переповнювали емоції. Нам хотілося мерщій повідомити світові: покликати пресу та кричати про наше відкриття з дахів! З іншого боку, нас як учених навчали обережності, і ми не хотіли видатися дурнями, стверджуючи щось настільки шалене без доказів. Публікація наукових відкриттів — це тривалий процес, який передбачає ретельне рецензування. Ми мали пересвідчитися, що навели вдосталь



Сферичні меланосоми в скам'янілому пір'ї динозавра *Sinosauropteryx*

доказів і описали їх достатньо скрупульозно, щоб витримати перевірку двох-трьох незалежних колег. І лише після публікації в науковому журналі ми могли повідомити про відкриття непрофільним ЗМІ.

Тож ми пішли випити пива й запланували оглянути більше зразків. Тоді, 2008-го, то були надзвичайно суперечливі спостереження. Мікроскопічні частинки в скам'янілостях справді могли бути меланосомами, проте критики розірвали б нас на шматки, якби ми не продемонстрували інші подібні структури і не відкинули всі можливі альтернативні пояснення.

За останні тридцять років думки постійно змінювалися: ці крихітні частинки в тканині пір'я вважали то бактеріями, то артефактами, то меланосомами... Інколи вони нагадували за формою мікроскопічні кульки, як-от тут, а інколи — ковбаски. З розмірами в мікрон чи пів мікрона діаметром¹ ми працювали на межі збільшувальної здатності SEM. Чи могли ці частинки якимось чином виявитися неорганічними

¹ Мікрон або мікрометр — одна мільйонна метра або ж одна тисячна міліметра.

артефактами, наприклад кристалами мінералів, що потрапили до пір'їни в процесі скам'яніння?

Раніше того ж року данець Якоб Вінтер, докторант Єльського університету, опублікував важливу статтю, в якій описав, що мікрокулі й мікроковбаски в скам'янілому пташиному пір'ї траплялися тільки на ділянках скам'янілостей темного кольору, тож це були меланосоми, а не бактерії. Він дуже переконливо доводив, що якби це були бактерії, які проникли в перо, щоб поживитися мінералами в зразку під час гниття, вони рівномірно розподілилися б усією поверхнею і на темних, і на світлих смугах.

Ми погодилися з його думкою й одразу ж застосували це спостереження до скам'янілих зразків, над якими працювали з нашим колегою, доктором Фученом Джаном з Інституту палеонтології хребетних і палеоантропології в Пекіні. Фучен був дослідником-постдоком у Брістолі 2005 року; він привіз із собою зразки скам'янілого пір'я динозаврів і птахів, і ми їх вивчали.

Фученові частинки пір'я належали *Sinosauropteryx*, жилаво-му динозаврові завдовжки метр, з довгим хвостом і короткими передніми лапами — нелітаючому. Попри це, скам'янілості *Sinosauropteryx* зберегли прекрасні екземпляри волосоподібних пір'їнок уздовж спини й жмутки пір'я на хвості. Ми знали, що меланосоми — це порожнини в кератинових білках, у які під час росту пера потрапляє пігмент меланін. Кулясті меланосоми в наших зразках свідчили, що *Sinosauropteryx* був рудий: він мав чепурний хвіст у біло-руді смужку.

У нас справді були об'єктивні докази кольору й кольорових візерунків динозавра. Межі знання розширилися до сфери, яка ще тиждень тому була припущенням.

Наука долає припущення

Цьому й присвячена подальша розповідь: як у динозаврознавстві наука відтіснила припущення. Ще не так давно єдині

відповіді на питання щодо палеобіології динозаврів, як-от: «Як швидко цей динозавр бігав? Чи міг цей динозавр переламати кістку навіпіл? Якого він був кольору?», були не більше ніж здогадками, хоча й аргументованими. Тепер на ці питання можна дати обґрунтовану відповідь. І перехід від припущень до науки — суттєвий крок уперед.

Мені пощастило жити в часи такої приголомшливої революції. Вона розпочалася приблизно 1970 року, коли відбувалася трансформація палеобіології динозаврів. Одне за одним припущення щодо еволюції, руху, харчування, зростання, розмноження, фізіології й, нарешті, кольору змінювалися. Старе покоління палеобіологів-динозаврознавців замінило нове, яке переглянуло колишні гіпотези. Нові скам'янілості, творче мислення, а також новітні методи обчислення штовхнули галузь уперед.

Початок

Як і багато хто, я захопився динозаврами в дитинстві. Коли мені виповнилося сім, я отримав у подарунок класичну книжку «Скам'янілості: путівник доісторичним життям» Френка Родеса, Герберта Зіма й Пола Шаффера (Frank Rhodes, Herbert Zim, Paul Shaffer, Fossils, a Guide to Prehistoric Life). Мене вразило, що всі ілюстрації в ній були кольоровими — для 1960-х років це доволі незвично — і що вона містила не лише малюнки скам'янілостей, але й реконструкції. Текст відображав знання того часу — ось такий вигляд мав *Tyrannosaurus* за класичними дослідженнями професора Генрі Озборна з Американського музею природничої історії; а ось як динозаври вимерли, повільно й, напевно, унаслідок похолодання (чи, може, просто тому, що виявилися надто дурними для пристосування до змін у світі), згідно з уявленнями професора Лі Ван Валена із Чиказького університету. Твердження були зрозумілі, хоча єдиною причиною погодитися чи не погодитися з ними

був той факт, що так вважали маститі професори з маститих місць (а іноді й із маститими бородами).

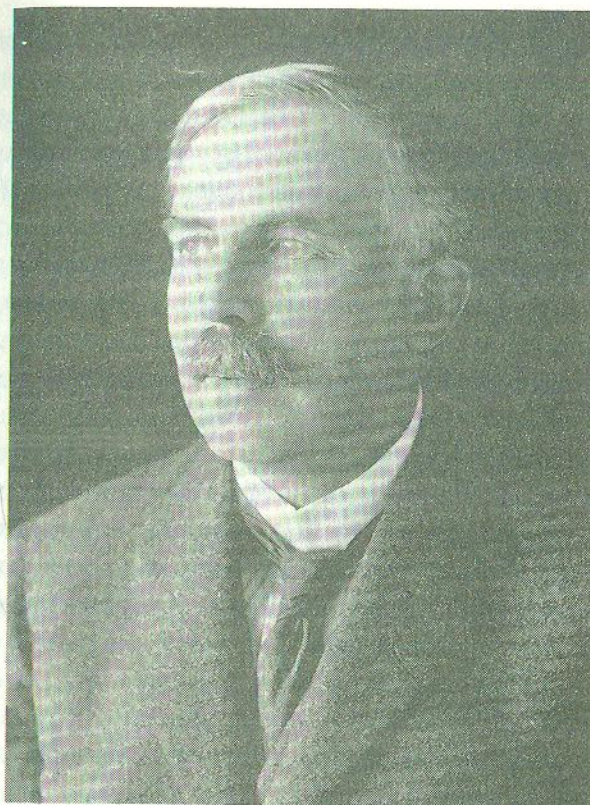
Однак це все, що було треба семирічному мені. Я ніколи й гадки не мав ставити під сумнів авторитетність написаного в книжці, надто через те, що більшість ключової інформації Родеса, Зіма й Шаффера багато хто повторював. Хай там як, а що насправді професори Озборн і Ван Вален могли зробити, щоб перевірити, який вигляд мали динозаври чи як вони вимерли? Динозаври — давно мертві тварини, представлені нині скелетами й окремими кістками. Вони зникли 66 мільйонів років тому, то як узагалі їх можна дослідити з погляду науки?

Що таке наука

Саме це мав на увазі сер Ернест Резерфорд — фізик родом із Нової Зеландії, який прославився в Кембриджському університеті, відкривши напіврозпад радіоактивних елементів, — коли приблизно 1920 року стверджував, що «вся наука — це або фізика, або колекціонування марок». Багато впертих фізиків погоджуються з ним навіть тепер. Резерфорд постановив, що більша частина хімії, біології, геології та прикладних наук у медицині й сільському господарстві не наукова.

Я певен, Резерфорд розглядав науки як плавну послідовність від «сильних» до «слабких». Із сильного боку розташовувалися математика й фізика — його науки, де експерименти можна повторювати нескінченну кількість разів із тим самим результатом. Теоретична частина цих наук заснована на математичних формулах, які ґрунтуються на універсальних фізичних законах. Такими є до прикладу гравітація й електромагнітна теорія світла. З іншого боку спектра стояли так звані «м'які науки»: соціологія, економіка чи психологія.

Гадаю, Резерфорд також думав про захоплення природою серед вікторіанців, про любителів-ботаніків, дослідників



Сер Ернест Резерфорд, фізик, лауреат Нобелівської премії й людина із суворими поглядами на те, що таке справжня наука (і що нею не є)

морського дна й мисливців за скам'янілостями, що вирушали збирати колекції на вихідних. Справді, збирати зразки задля краси чи бажання завершити список («я бачив усіх птахів, перелічених у довіднику») — не наука. Якщо такі дослідники записували нову інформацію, скажімо, нове свідчення про рідкісного метелика, навряд чи це розширювало межі науки, адже так?

Але як бути з історичними науками, як-от геологія і палеонтологія? Вони зосереджені на давно минулих подіях: формуванні Землі, походженні динозаврів, появі людини чи на кембрійському вибухові, коли серед скам'янілостей

раптом опинилося так багато організмів. Це одиничні події, які не можна повторити. Так само не можна вирушити машиною часу в минуле, щоб дізнатися, що насправді відбувалося. До історичних за своєю суттю наук також належать археологія та фізична географія, частково астрономія і космологія (вони мають справу з походженням та функціонуванням Всесвіту), і чимало розділів біології, що досліджують еволюцію рослин і тварин, їхню поведінку, унікальні адаптації та генетику.

Видатний філософ науки Карл Поппер 1934 року дав відповідь на це питання в одній із найважливіших своїх книжок «Логіка наукового дослідження» (The Logic of Scientific Discovery). У ній він стверджує, що гіпотези можуть бути будь-якими, але мають залишатися відкритими до спростування за допомогою так званого «гіпотетично-дедуктивного методу». Якщо уявний професор Сміт заявляє: «Припускаю, що тиранозавр був пурпуровий із жовтими плямами», — це насправді не гіпотеза, бо професор Сміт не надав жодних доказів, а тому його припущення не можна ані довести, ані спростувати; це просто те, у що він вірить. (Тут треба зазначити, що, так, ми також стверджували, що *Sinosauropteryx* був рудий і мав смугастий рудо-білий хвіст, однак робили це науково, у такий спосіб, щоб наше твердження міг спростувати інший вчений, якому виявлені нами меланосоми видалися б недостатнім доказом).

З часом, пояснював Поппер, накопичення доказів підтверджує гіпотезу. Втім, навіть добре підкріплену гіпотезу може спростувати єдиний факт. Поппер навів як приклад лебедя, білий колір якого колись вважали — висували щодо цього гіпотезу — основоположною біологічною адаптацією, щоб маскуватися на снігу. Однак відкриття австралійського чорного лебедя, якого європейські натуралісти вперше зустріли у XVII столітті, спростувало цю гіпотезу, чи принаймні додало застереження: не всі лебеді білі, тож маскувальна модель не стосується австралійських чорних лебедів. Ключова думка Поппера полягала в тому, що будь-яку сукупність придатних

до перевірки гіпотез можна вважати наукою, тож соціологія, економіка, психологія й та сама палеонтологія — це науки, якщо правильно окреслити їхні межі.

Тут я трохи несправедливий до Резерфорда, оскільки він погодився б із більшістю слів Поппера; його заяви щодо загальних законів природи були трохи стриманіші. Резерфорд розумів, що геологам і біологам важко сформулювати універсальні закони у своїх галузях.

Наприклад, еволюція — універсальний принцип, що лежить в основі всієї історії життя, а також феноменів резистентності векторів хвороб і шкідників до ліків та пестицидів. Еволюція універсальна, і вона створює каркас, усередині якого діють тисячі науковців упродовж своїх професійних життів. Проте це не універсальний закон на відміну від гравітації чи електромагнітної теорії світла. Гравітація і світло передбачувані за будь-яких обставин, проте еволюція залежить від найрізноманітніших чинників організму й довкілля.

Які методи й дані використовують палеонтологи

Коли 1976 року я був студентом-біологом Абердинського університету, ці проблеми мене не тривожили. Я просто хотів бути палеонтологом, і щоб мені (зрештою) платили за те, що я любив — збирання скам'янілостей, малювання прадавніх створінь і нескінченне читання про динозаврів. Ми вивчали здебільшого біологічні дисципліни: про те, як функціонують рослини і тварини, про їхню еволюцію, екологію та поведінку.

А потім у нас була незвична серія лекцій від професора старої школи — він, напевно, насправді й не був професором — старезного на вигляд чоловіка з дивовижними зморшками, на ім'я Філ Оркін. (Звірівшись із університетськими документами, я дізнався, що Філ народився 1908 року, тож йому було шістдесят вісім, коли він нас навчав. Він багато