

### РЕЙТИНГ НАУКОВИХ ДОСЯГНЕНЬ 2011 року ЗА ВЕРСІЄЮ ЖУРНАЛУ «SCIENCE»

---



*23 грудня 2011 року вийшов друком спеціальний випуск всесвітньо відомого журналу «Science» Американської асоціації сприяння розвитку науки (AAAS). Експерти традиційно подали рейтинг найбільш значущих наукових досягнень минулого року. Сфери розвитку науки, що привернули до себе найбільшу увагу, – космічні дослідження та фармацевтична хімія.*

#### ТЕРАПІЯ ЯК ПРОФІЛАКТИКА

Клінічні випробування комбінованої терапії HPTN 052, що запобігає поширенню ВІЛ, визнано науковим «проривом року». Антиретровірусна терапія, яку отримують хворі на ВІЛ, здатна принести подвійну користь: вона не лише стримує розвиток СНІДу, а й на 96% зменшує ризик передавання вірусу іншим особам при гетеросексуальних контактах. Цей факт доведено великомасштабним дослідженням HPTN 052 під керівництвом доктора Майрона Коена (Myron S. Cohen), що спонсується Національним інститутом алергії та інфекційних захворювань (NIAID) у складі Національного інституту здоров'я США. Попередні результати було оприлюднено в травні 2011 року, а в серпні опубліковано в журналі *New England Journal of Medicine* (*N. Engl. J. Med.* (2011) 365, 493; *Science* (2011) 334, 1628)

Міжнародний проект HPTN 052 стартував у 2005 році. В ньому взяли участь понад 1,7 тисячі гетеросексуальних пар з дев'яти країн: Бразилії, Індії, Таїланду, США, Ботсвани, Кенії, Малаві, ПАР і Зімбабве. Один із партнерів у кожній парі був ВІЛ-позитивним. Половині ВІЛ-позитивних пацієнтів учені вводили антиретровірусні препарати відразу, іншим — лише після того, як у них були зафіксовані ознаки гострого ураження імунної системи, початок СНІДу. Вчені мали намір перевірити гіпотезу про те, що антиретровірусні засоби, призначені для зниження вірусного навантаження, можуть також знизити ризик зараження. На думку скептиків, такі препарати не повинні вплинути на концентрацію вірусу у фізіологічних рідинах, через які й відбувається зараження. Проте у пацієнтів дослідної групи, що почали прийом трьох антиретровірусних

препаратів, спостерігалось повне зникнення ВІЛ у крові.

Через чотири роки спостережень учені зафіксували, що ранній початок антиретровірусної терапії значно впливає на передавання вірусу, більше того, зараження не відбувається майже в 100% випадків.

Як відзначають експерти, результати дослідження не є доказом того, що така терапія сама по собі зможе зупинити епідемію. Однак у поєднанні з іншими методами вона здатна стримати поширення СНІДу. Завершення проекту заплановано на 2015 рік.

### АСТЕРОЇДНИЙ ПИЛ

Вагомим відкриттям 2011 року стало одержання зразків ґрунту з астероїда Ітокава космічним зондом «Хаябуса» Японського агентства аерокосмічних досліджень (JAXA). Його важливість полягає в тому, що це єдиний космічний апарат, який здійснив посадку та зліт з поверхні космічного тіла за межами системи Земля – Місяць і вперше зібрав зразки матеріалу.

Японський зонд «Хаябуса» було запущено в космос у травні 2003 року. 2005 року він здійснив посадку на астероїд Ітокава, орбіта якого знаходиться між орбітами Марса та Землі, однак через неполадки взяття проб ґрунту відбулося не за планом. У момент максимального зближення з поверхнею астероїда стався збій комп'ютера. Апарат втратив орієнтацію, було пошкоджено один із двигунів і незабаром зв'язок з ним перервався. Чи вдалося взяти ґрунт, залишилось невідомим. У березні 2006 року зв'язок з «Хаябусою» було поновлено, а 4 лютого 2009 року співробітникам JAXA, нарешті, вдалося перезапустити іонний двигун і спрямувати апарат до Землі. 13 червня 2010 року «Хаябуса» увійшов в атмосферу Землі і скинув капсулу на півдні Австралії.

Виявлені в капсулі зонда 52 частинки розміром 0,01–0,03 мм було передано для досліджень восьми групам учених. Частинки виявилися подібними до метеоритів, знайдених на Землі в різні роки. Крім того, було

знайдено сліди так званого «космічного обвітрювання», що утворилися під впливом космічного опромінювання. Все це дало можливість дійти висновку, що зразки, вилучені з капсули японського зонда, мають позаземне походження і є частиною поверхні астероїда Ітокава.

Повномасштабне вивчення частинок показало, що Ітокава за своїм мінералогічним складом відрізняється від найпоширеніших хондритів (тип кам'яних метеоритів зі сферичними частинками — хондрами). Більшість метеоритів — це H- і L-хондрити (тобто відповідно з високим і низьким вмістом заліза), а Ітокава має вельми незначний вміст заліза. Такі LL-хондрити найменш поширені на Землі. Ще одна важлива знахідка полягає в тому, що мінерали з пилу Ітокави метаморфізовані. Це означає, що впродовж тривалого часу вони були розігріті приблизно до 800°C. Щоб досягти цієї температури, розміри астероїда мають становити близько 20 км у діаметрі. Це свідчить про те, що теперішній Ітокава є фрагментом більшого тіла (Nakamura T. et al. *Science* (2011), 333, 1113; Nagao K. et al. *Science* (2011), 333, 1128 та інші публікації).

Вчені вважають, що одержані дані — лише початок цілої низки відкриттів стосовно зародження Сонячної системи і планет.

### СТАРОДАВНІ СХРЕЩУВАННЯ

Минулий рік, на думку редакції *Science*, був відзначений проривами у вивченні генетичних коренів людини. Дослідження геному неандертальців і «денисівської людини», а також порівняння з геномом сучасних людей, показали, що всі ми ще носимо в собі генетичні особливості цих архаїчних видів людини.

Європейські та російські археологи під керівництвом німецького вченого Сванте Паабо (Svante Paabo) у 2010 році виявили в Денисовій печері в Алтайському краї останки нового виду людей, які населяли Південний Сибір і Середню Азію 48–30 тисяч років тому. Цей вид співіснував з неандертальцями та

предками сучасних людей. У грудні 2010 року дослідники відновили геном цих людей і порівняли його з ДНК сучасної людини та неандертальців. Вони з'ясували, що «денісівська людина» залишила найбільший слід у геномах сучасних полінезійців і жителів деяких островів Малайського архіпелагу.

У серпні 2011 року вчені під керівництвом Пітера Пархема (Peter Parham) із Стенфордського університету в США з'ясували, що сучасні люди отримали від «денісівської людини» і неандертальців приблизно половину генів на ділянці HLA, відповідальній за «впізнання» бактерій і вірусів в імунних клітинах. За оцінками авторів статті (McLean C.Y. et al. *Nature* (2011), 471, 216) гени імунної системи «денісівців» збереглися найкраще серед папуасів і меланезійців — 95%, а також серед жителів країн Східної та Південно-Східної Азії — 70%. Ділянка HLA в геномі сучасних європейців як мінімум наполовину складається з «неандертальських» генів. Для порівняння, неандертальці і «денісівці» передали сучасним людям лише 1–4% свого геному.

Вчені припускають, що предки сучасних людей отримали ці гени завдяки особливостям їхнього існування. Вони жили невеликими мігруючими групами, і лінії тих, хто не вступав у близькі стосунки з неандертальцями й «денісівцями», були приречені на виродження через близькосторідність шлюбів.

Крім того, минулого року було оприлюднено результати дослідження ще одного виду пралюдини — австралопітека седіба (*Australopithecus sediba*). Нові дані показали, що він може бути перехідною ланкою між предками людей і стародавніми приматами.

#### СЕКРЕТИ ФОТОСИНТЕЗУ

Японські вчені в 2011 році розкрили секрети ключового елемента фотосинтезу у рослин — механізму, від якого залежить практично все життя на Землі. Дослідники (*Nature* (2011), 473, 55) вперше вивчили структуру білка «фотосистема II» (Photo-

system II, або PSII), за допомогою якого рослини розщеплюють молекули води на атоми водню та кисню. «Карта» цієї молекули дала можливість в деталях розгледіти в ній каталітичний реактор.

Згодом американці змогли штучно відтворити дві частини цього процесу. Річард Мазель (Richard Masel) та його колеги з дослідницької лабораторії Dioxide Materials здійснили розкладання молекули вуглекислого газу. Молекулу CO<sub>2</sub> вкрай складно розкласти за допомогою електричного струму — обидва атоми кисню міцно сполучені з вуглецем, і для відривання хоча б одного з них потрібно багато енергії. Мазель та його колеги застосували каталізатор — електрод із суміші сполук імідазолу і тетрафториду бору. Вчені зібрали реактор із закритої колби, двох електродів і електроліту, крізь який пропускали вуглекислий газ. Ефективність роботи цього пристрою (частка електрики, витрачена на розщеплення) становила 96% і не зменшувалася з часом, що свідчить про низькі витрати каталізатора. З іншого боку, поточна продуктивність системи залишалась досить низькою, що не дозволяє використовувати її в промислових масштабах.

Інша група вчених під керівництвом Томаса Ярві (Thomas Jarvi) із лабораторії Sun Catalytic відтворила другу частину штучного фотосинтезу — розщеплення води на кисень і водень за допомогою енергії світла. Вчені застосували спеціальну сонячну панель, напівпровідникова частина якої «збирає» енергію Сонця і виділяє електрони, які підхоплюються молекулами каталізатора з оксиду кобальту і бору. Ця речовина переносить електрони до молекули води, змушує атоми кисню відокремитися від неї і утворити молекулу нейтрального газу. Роботу пристрою випробували, опромінюючи його лампою потужністю, що становила 1,5 світимості Сонця. Сонячна панель поглинала близько 8% світла і використовувала 85% отриманої енергії (5% потужності прожектора) на розщеплення води. За сучасними оцінками, рослини поглинають близько

1–2% сонячного світла. Це означає, що батарея Ярві та його колеги виявилася ефективнішою за природну.

Хіміки вважають, що їхній винахід стане першим кроком на шляху створення дешевих і компактних систем перетворення сонячної енергії на водень та кисень.

### ПЕРВИННИЙ ГАЗ

Група астрономів під керівництвом Мішеля Фумагаллі (Michele Fumagalli) з університету Санта-Круз (Каліфорнія) виявили хмари «чистого» первинного молекулярного водню, які не містять значних домішок важких елементів, передбачених теорією хімічної еволюції ранніх галактик газу. Вони вивчали світіння квазарів J113418.96+574204.6 і Q0956+122 на телескопі гавайської Обсерваторії Кека. Вчені вважають, що їхні висновки, опубліковані в листопаді 2011 року (Fumagalli M. et al. *Science*, DOI: 10.1126/science.1213581), можуть спонукати до перегляду існуючих теорій «металізації» Всесвіту — цілком можливо, що наднові розпилювали важкі елементи не так ефективно, як вважалося раніше.

«Астрономи витратили багато десятиліть на пошук хоча б одного об'єкта у Всесвіті, в якому не було б металів. Незважаючи на всі зусилля, ми натикалися на бар'єр в 1 тисячну частки вмісту металів. Виявлені хмари первинного газу містять у десятки разів менше металів і є «найчистішим» об'єктом у відомому Всесвіті», — заявив один з учасників групи Ксав'є Прочаска (Xavier Prochaska) з університету Санта-Круз (Каліфорнія).

Квазари являють собою найяскравіші ядра галактик, у центрі яких знаходяться надмасивні чорні діри, що «перемелюють» зірки та інші форми матерії і виділяють частину отриманої енергії у вигляді надпотужних пучків випромінювання. Завдяки цьому світло квазарів залишається помітним навіть через кілька мільярдів років льоту.

Зокрема, Фумагаллі та його колеги «спіймали» світло квазарів, яке покинуло ядро стародавніх галактик ще в епоху «дитин-

ства» Всесвіту, приблизно 11,9 мільярда років тому, через 2 мільярди років після Великого Вибуху.

Вчені проаналізували спектр випромінювання цих об'єктів і виявили, що на своєму шляху світло квазарів зустріло хмари молекулярного газу з червоним зміщенням 3,41 і 3,21, що відповідає відстані в 11,8 і 11,6 мільярда світлових років. За розрахунками вчених, ці хмари склалися з молекул «звичайного» водню і мікроскопічних кількостей «важкого» дейтерію, а лінії поглинання важких елементів були відсутні. Астрономи розрахували ступінь іонізації цих «зародків» зірок і оцінили частку важких елементів у їхньому складі.

Частка металів у першій хмарі виявилася в 1000 разів нижчою від типових значень для скупчень молекулярного газу, віддалених на 10 і більше мільярдів років від Землі, а в другій — у 100 разів. Така концентрація металів асоціюється з так званими зірками популяції III, які населяли перші галактики. На сьогодні жодної такої зірки так і не було знайдено.

Співвідношення водню і дейтерію в цих хмарах збігається з теоретично передбаченими значеннями, які було обчислено на основі даних про ранній Всесвіт, одержаних американським зондом WMAP.

З іншого боку, поява таких «чистих» хмар була відносною рідкістю в цю епоху, оскільки перші наднові мали б наситити металами міжзоряну і міжгалактичну матерію вже через 500 мільйонів років після Великого Вибуху. Проте ці хмари могли б стати зірками з популяції III, оскільки їхньої маси (від 420 тисяч до 6 мільйонів мас Сонця) мало б вистачити для зародження зірки з винятково водневим «паливом». Таким чином, первинні зірки могли виникнути через два мільярди років після припустимого переходу від популяції III до популяції II.

Як вважають астрономи, «чисті» хмари свідчать про різні темпи металізації ранніх галактик — у деяких регіонах цей процес відбувався швидше, ніж в інших. Певно, він

був украй неефективним і «металізована» матерія наднових важко змішувалася з первинним воднем і гелієм.

#### КИШКОВИЙ МІКРОБІОМ

У квітні 2011 року група європейських учених опублікувала (Arumugam M. et al. *Nature*, DOI: 10.1038/nature09944) результати дослідження ДНК кишкових бактерій. Головним висновком цієї роботи стало те, що все бактеріальне населення кишечника можна розподілити на три типи спільнот, які не залежать ні від віку, ні від статі, ні від національності, ні від особливостей харчування людини. Як зазначив член дослідницького колективу Пер Борк (Peer Bork) з Європейської лабораторії молекулярної біології в Гейдельберзі, такий стан речей дуже здивував самих учених.

Висновок про існування трьох типів кишкової флори — «ентеротипів» — було зроблено на підставі повного розшифрування геному бактерій із зразків кишкової флори добровольців. Слід зазначити, що публікацію було підготовано на основі невеликої кількості аналізів із різних досліджень, в яких брали участь 107 європейців, 156 американців і 13 японців. Однак на момент її виходу в світ у розпорядженні дослідників було вже понад 400 розшифрувань геному, які лише підтвердили попередні висновки.

Один із керівників групи, директор дослідного відділу мікробної генетики французького Національного інституту сільськогосподарських досліджень в Жуї-ан-Жоза Дуско Ерліх (Dusko Ehrlich), розповів, що причини формування певних ентеротипів поки що не з'ясовано. Невідомо також, чи є тип мікрофлори постійним, чи він може змінюватися з часом.

Проте дослідники мають кілька гіпотез щодо цього. Одна з них стверджує, що на формування мікрофлори кишечника впливає група крові людини, друга — що ентеротип залежить від особливостей обміну речовин. Третя гіпотеза припускає, що вирішальним значенням для формування кишкової флори є те, з якими мікробами імунітет дитини

стикається відразу після народження. На сьогодні дослідники займаються перевіркою всіх цих гіпотез.

#### ПРОТИМАЛЯРІЙНА ВАКЦИНА

У листопаді 2011 року опубліковано (*N. Engl. J. Med.* (2011), 365, 1863) перші результати випробувань вакцини проти малярії, відомої як RTS,S. Розробленням цієї вакцини займається фармацевтична компанія Glaxo-SmithKline за підтримки Всесвітньої організації охорони здоров'я. В ході випробувань експериментальну вакцину було прищеплено в семи африканських країнах 16 тисячам дітей віком від 5 до 17 місяців. Результати дослідження показали, що впродовж року після щеплення у дітей, які отримали вакцину, ризик захворювання на клінічну та важку малярію був на 56% і 47% нижчим, ніж у їхніх однолітків, які не проходили лікування.

Хоча результати випробувань і не є стовідсотковими, все ж вони дають надію на одержання в майбутньому ефективного профілактичного засобу. Нині дослідження тривають. Якщо вони виявляться вдалими, перша в світі вакцина проти малярії може з'явитися вже у 2015 році.

#### ЕКЗОПЛАНЕТИ

Космічний телескоп «Кеплер» у 2011 році зібрав справжній «врожай» дивовижних і дивних планетних систем.

«Кеплер» — астрономічний супутник НАСА, оснащений надчутливим фотометром, спеціально призначений для пошуку екзопланет (планет, що обертаються навколо зірки за межами Сонячної системи), подібних до Землі, тобто таких, де на твердокам'яній планеті можливе існування рідкої води. На 21 грудня 2011 року за допомогою телескопа було відкрито 33 планети і 2326 ще непідтверджених планет-кандидатів.

Зокрема, астрономи виявили систему, в якій планета-гігант рухається по орбіті в зворотний бік, планетну систему Kepler-16b, що обертається навколо відразу двох зірок, а також, можливо, кілька «вільних» планет,

які подорожують простором без будь-якого зв'язку зі світилами.

У грудні 2011 року було оголошено про відкриття об'єкта Kepler-22b, першої підтвердженої планети в потенційно населеній зоні. Вона обертається навколо зірки класу G (до якого належить і наше Сонце) на відстані 600 світлових років від Землі. Яскравість цієї зірки менша за сонячну приблизно на чверть. Період обертання Kepler-22b становить 290 діб. Радіус планети приблизно в 2,4 рази більший від земного. Поки що не відомо маса планети, тому оцінити її густину та елементний склад не має можливості.

#### КОНСТРУКТОР ЦЕОЛІТІВ

Цеолітами називають велику групу подібних за складом і властивостями мінералів, водних алюмосилікатів кальцію і натрію з підкласу каркасних силікатів. Вони здатні віддавати і знову поглинати воду залежно від температури та вологості. Іншою важливою властивістю цеолітів є здатність до іонного обміну, вони селективно видаляють і знову вбирають різні речовини.

Цеоліти широко використовують як каталізатори багатьох процесів нафтохімії, у водяних і повітряних фільтрах, для виробництва мийних засобів. У природі знайдено близько 40 таких мінералів, проте минулого року вчені з Південної Кореї створили цілу родину нових штучних матеріалів. Нові цеоліти дешевші, мають тонші пори і більш придатні для селективного обміну з органічними молекулами.

#### СТАРІЮЧІ КЛІТИНИ

Результати експериментів голландських учених (*Nature*, DOI: 10.1038/479186a) показали, що у разі видалення з організму мишей старіючих клітин (ще живі клітини, але які вже припинили ділитися) можна затримати процес старіння. Хоча загалом тривалість життя тварин не змінилася, симптоми, пов'язані зі старінням, такі як катаракта або м'язова слабкість, виявлялися пізніше, ніж у мишей з групи контролю. Дослідження подарувало людству шанс зробити старість менш дискомфортною.

Джерело: <http://www.sciencemag.org>.