ЛАУРЕАТ ПРЕМІЇ ІМЕНІ ВОЛТЕРА КІСТЛЕРА

Спенсер Велз

Посіви Пандори

НЕПЕРЕДБАЧЕНА ЦІНА ЦИВІЛІЗАЦІЇ

VIAE HUMANAE

НІКА центр

Серія «VIAE HUMANAE»
Заснована в 2009 р. Випуск 3

Спенсер Велз

ПОСІВИ ПАНДОРИ

Непередбачена ціна цивілізації

Книгу видано за сприяння
Відділу преси, освіти і культури Посольства США в Україні

Spencer Wells

PANDORA'S SEED

The Unforeseen Cost of Civilization

ALLEN LANE
an imprint of
PENGUIN BOOKS

Спенсер Велз

Посіви Пандори

Непередбачена ціна цивілізації

Київ
Ніка-Центр
2011

УДК 316
ББК 60.522
В27

Переклад з англійської та наукова редакція
к. соц. н. *Тараса Цимбала*

Відомий американський популяційний генетик, керівник Географічного проекту Національного географічного товариства США Спенсер Велз на основі передових наукових досліджень показує, як сучасні дії людства (як успіхи, так і проблеми) визначаються доісторичною еволюційною спадщиною людини та фундаментальними рішеннями щодо способу життя, які людство ухвалювало в минулому. Широкий спектр явищ сучасного життя – від антропогенної зміни клімату до епідемії ожиріння та психічних розладів – корениться в еволюційній історії, в яку зараз можна зазирнути завдяки здобуткам у вивченні людського геному. Довгочасні еволюційні тенденції порушують фундаментальні питання щодо найближчого майбутнього людства.

Розрахована на професійних істориків та інших дослідників суспільств, а також на широке коло читачів, яких цікавить минуле та хвилює майбутнє людства.

В оформленні обкладинки використано картину
Вінсента Ван-Ґоґа «Житнє поле з круками» (1890 р.)

Переклад за виданням:
Spencer Wells *Pandora's Seed. The Unforeseen Cost of Civilization*
ISBN 978-0-713-99755-2

ISBN 978-966-521-596-7
ISBN 978-966-521-594-3 (Серія VIAE HUMANAE)

Copyright © Spencer Wells, 2010
© Переклад. Т.Цимбал, 2011
© Оригінал-макет. Видавництво «Ніка-Центр», 2011
© Серія «VIAE HUMANAE». Видавництво «Ніка-Центр», 2009

ЗМІСТ

Спенсер Велз і його дослідження в царині популяційної генетики людства *(Тарас Цимбал)* 7

Передмова 19

Частина перша. Загадка на карті 25
Чикаґо, штат Ілінойс 25
Генетичні намистини 28
Про що може розповісти точка перегину 34
Просіюючи генетичний осад 38
Чому ми зробили цей крок? 43

Частина друга. Паростки нової культури 46
Ставанґер, Норвегія 46
Порожні неводи 50
Хто греблі рвав? 55
Гори і долини 62
Важливість дуплікації 66
Соціальна пухлина 72

Частина третя. Фізично кволі 80
«Долівуд», штат Тенесі 80
Бережливі генотипи й ненаситні уподобання 85
Три хвилі 89
Ландшафтне проектування геному 94
Вуглеводи і каріє 100
Повертаючись у Тенесі 107

Частина четверта. Душевно хворі 109
Марія Ґугінґ, Австрія 109
Дефект мовлення 114
Вулкани й макромутації 122
Нестерпний гул сучасного життя 130
Погляд у майбутнє 136

Частина п'ята. Швидко вперед 137
Дербішир, Англія 137
Нестримна тенденція 146
Голки в снопі XXI сторіччя 150

Обережно з бажаннями ... 157
Віруси, мурахи й огида ... 160

Частина шоста. Підігріта суперечка ... 164
Фунафуті, Тувалу ... 164
Кровоточива рана Кіотського протоколу ... 167
Знати міру ... 171
Заповзята дискусія ... 174
Без літа ... 178
Дарвінів імператив, або Німецьке розв'язання ... 181
Назад до моря ... 189

Частина сьома. На шляху до нового Міфосу ... 194
Озеро Еясі, Танзанія ... 194
В'язні, метаетика й жадібність ... 199
Фундаменталізм ... 205
Мисливці-збиральники в Фейсбуці ... 212
Меншого вимагай ... 213

Подяки ... 219

Джерела й додаткова література ... 221

Предметний покажчик ... 228

Про автора ... 239

СПЕНСЕР ВЕЛЗ І ЙОГО ДОСЛІДЖЕННЯ В ЦАРИНІ ПОПУЛЯЦІЙНОЇ ГЕНЕТИКИ ЛЮДСТВА

Спенсер Велз – відомий американський генетик і антрополог, чиї дослідження в галузі популяційної генетики людства завдяки медіа-розголосу привернули увагу наукового та широкого загалу всього світу. Це один із нечисленних прикладів науковців, які, скориставшись сучасними комунікаційними можливостями, зуміли стати медіа-знаменитостями і, тим самим, здобули ширшу фінансову й організаційну підтримку своїм дослідженням, успіх яких вимагає залучення і співпраці величезної кількості людей.

Здобувши вищу освіту з біології в Техаському університеті (м. Остин), а докторський ступінь у Гарварді, Спенсер Велз тривалий час пропрацював дослідником у Стенфордському та Оксфордському університетах. Пишучи дисертацію в Гарвардському університеті під керівництвом знаменитого генетика Ричарда Левонтина, Велз за допомогою статистичного аналізу займався пошуком слідів природного добору на ділянках ДНК дрозофіли, які кодували фермент, що відігравав важливу роль у здатності літати. Слідів знайти не вдалося, зате він зібрав і впорядкував велику масу інформації, з якої вимальовувалася популяційна структура дрозофіли. Проте Велза більше цікавила історія людства і можливість застосувати передові відкриття в галузі популяційної генетики для вивчення минулого людини*.

Така можливість у нього з'явилася під час науково-дослідної роботи в Стенфордському університеті під керівництвом Луїджі Луки Каваллі-Сфорца. На цей час у вивченні ДНК людини було зроблено вагомі кроки вперед: виявлено ділянки «некодувальної», або «сміттєвої» ДНК, які не несуть життєво важливої інформації для

* Jane Gitschier, 'Off the Beaten Path: An Interview with Spencer Wells,' in *PLoS Genetics*, 2007, 3(3).

формування і розвитку організму людини, а отже, можуть зазнавати мутацій, які не усуваються природним добором. Це означає, що індивід, у якого відбулася мутація на некодувальній ділянці ДНК, не зазнає шкоди у вигляді порушення життєво важливої функції та зберігає шанси залишити після себе потомство, передавши йому свою мутацію, яка відрізнятиме його нащадків від нащадків його сучасників. Якби мутація відбулася на ділянці ДНК, що кодує життєво важливу функцію (наприклад, здатність говорити), репродуктивні шанси індивіда та його нащадків, які успадкували мутацію, значно скорочувалися, а з часом їх би взагалі не лишилося внаслідок дії природного добору. Саме на некодувальній ДНК, мутації якої мають більші шанси зберегтися в генофонді людської популяції, зосередили свою увагу дослідники, які ставили за мету з'ясувати популяційну структуру людини. Мало того, їхня увага звузилася до двох фрагментів ДНК, що містили значні некодувальні ділянки: Y-хромосомі та мітохондріальній ДНК.

Відмітною особливістю цих двох частин ДНК є те, що вони не зазнають «перетасування» під час поєднання батьківської і материнської ДНК, а отже, завжди можна точно знати, від якого з батьків кожна з них успадкована. Y-хромосома яко статева хромосома ніколи не перетасовується, бо міститься лише в ДНК батька (жінка має натомість дві X-хромосоми), а отже, успадковується завжди і тільки завжди від батька до сина (так само, як прізвище в індоєвропейській традиції). Таким чином, вона може виступати джерелом патрилінійної інформації. Натомість мітохондріальна ДНК – це особливий фрагмент ДНК, що міститься в клітині за межами ядра (тоді як всі 46 хромосом людського геному, зокрема Y-хромосома, розміщені в ядрі і сукупно називаються нуклеарною, або ядерною ДНК). Оскільки в формуванні людського ембріона з боку батька участь бере лише нуклеарна ДНК, всю свою мітохондріальну ДНК індивід (як дочка, так і син) отримує від матері. Таким чином, вона може слугувати джерелом матрилінійної інформації. Ці дві частини ДНК завдяки простоті їх успадкування стали стартовим майданчиком для сьогоденної революції в генетиці людини.

Порівнюючи некодувальні ділянки Y-хромосом та мітохондріальних ДНК різних індивідів, генетики виявили, що в переважній більшості вони ідентичні (до речі, ці дослідження розхитали ґрунт під расовими теоріями, позаяк було з'ясовано, що *всередині* рас більше генетичної варіативності, ніж *між* расами), але в деяких рідкісних позиціях ланцюга індивіди відрізняються один від одного. Такі варіативні позиції на некодувальній ДНК і є вузловим еле-

ментом у ланцюгу логічних умовиводів, які ведуть до висновку про відносну міру спорідненості між індивідами та про послідовність основ (елементарних частинок ДНК) в анцестральній ДНК (тобто в ДНК їхнього спільного предка). Зокрема в книжці «Далекі пращури» (2006) Спенсер Велз наводить такий простий приклад. Оскільки вся ДНК складається з чотирьох типів основ, які позначають літерами A, C, G і T, візьмімо таку послідовність основ однієї ділянки ДНК в трьох індивідів:

Ларі	A A G C T C A G G T C T A T
Сара	A A G C T T A G G T C T A T
Хуан	A A G C T C A A G T T T A T

Варіативні позиції (маркери, або поліморфізми), за якими індивіди відрізняються одне від одного, виділено підкресленням. Всі інші позиції абсолютно ідентичні. Якщо Ларі та Сара відрізняються одне від одного лише в одній позиції, то Хуан відрізняється від Ларі двома позиціями, а від Сари – трьома. На основі подібностей та відмінностей можна зробити висновок, що Ларі і Сара ближче споріднені між собою, ніж кожен із них споріднений із Хуаном. Переносячи їхній відносний зв'язок на родову термінологію, можна для наочності сказати, що Ларі і Сара, наприклад, брат і сестра, а Хуан – їхній двоюрідний брат*. Таким чином, найближчий спільний предок Ларі і Сари жив пізніше за найближчого спільного предка всіх трьох індивідів. Мало того, якщо дізнатися, якими темпами мутує та чи та позиція на ДНК, можна говорити про приблизний час, *коли* жив найближчий спільний предок двох індивідів.

В цьому прикладі для простоти використано лише трьох індивідів і три варіативні позиції на ДНК, а також закладено припущення, що мутації відбувалися в одному напрямі (могло бути й інакше: скажімо, в середній варіативній позиції Сари на зміну анцестральній G могла спочатку прийти A, після чого відбулася нова мутація, яка змінила A назад на G; в такому разі Сара би теж відрізнялася від Ларі трьома мутаціями), а коли до аналізу залучити великий масив інформації про велику кількість індивідів, опрацьовувати його стає можливо лише на комп'ютерах за допомогою спеціалізованого статистичного програмного забезпечення.

Станом на середину 1990-х років у розпорядженні науковців

---

* Spencer Wells, *Deep Ancestry: Inside Genographic Project*, Washington, 2007, p. 90–91.

було все, що потрібно: потужні комп'ютери зі статистичним програмним інструментарієм та недорогі методи секвенування (встановлення дійсної послідовності основ у ланцюгу ДНК). Залишалося тільки зібрати масив інформації, щоб з'ясувати, як люди споріднені між собою, а також, нанісши цю інформацію на карту, встановити, якими шляхами і звідки людство розселилося світом. Для цього пріоритетним джерелом інформації були корінні мешканці – люди, які не переселилися зі своєї споконвічної батьківщини за період так званої «революції мобільності», яка розпочалася два століття тому.

Ідея зібрати зразки ДНК у таких людських групах спала на думку Спенсерові Велзу, коли він займався науково-дослідною роботою в Стенфордському університеті. З 1996 року з подорожі в Узбекистан розпочалася нова сторінка в його науковій кар'єрі, яка відзначилася тривалими й далекими подорожами в переважно глухі місця світу для збору ДНК корінних груп. В цій гарячковій діяльності і сформувався той Спенсер Велз, якого знаємо сьогодні: генетик, антрополог, письменник, режисер-документаліст і медіа-знаменитість. Відтоді з-під його пера вийшли три книжки: у 2002 році – «Подорож людини: Генетична одисея» («The Journey of Man: A Genetic Odyssey»), у 2006 році – «Далекі пращури: Геноґрафічний проект ізсередини» («Deep Ancestry: Inside the Genographic Project»), а наприкінці 2010 року – «Посіви Пандори: Непередбачена ціна цивілізації» («Pandora's Seed: The Unforeseen Cost of Civilization»). До цього доробку додалися сім документальних фільмів: «Відмінність» («The Difference», 2000), «Справжні король і королева» («The Real King and Queen», 2002), «Подорож людини» («Journey of Man», 2003), «У пошуках фінікійців» («Quest for the Phoenicians», 2004), «У пошуках Адама» («Search for Adam», 2005), «Таємничі мумії Китаю» («China's Secret Mummies», 2007) та «Родове дерево людства» («The Human Family Tree», 2009).

Перша з книжок Спенсера Велза («Подорож людини») принесла йому славу та визнання. В 2004 році вона була нагороджена Книжковою премією імені Волтера Кістлера, адже в ній, згідно з офіційним формулюванням, «за допомогою методів популяційної генетики було виявлено найдавніших предків людства та показано, як і коли людство розселилося зі своєї прабатьківщини в Африці». Ця премія щорічно вручається авторам науково-популярних книжок, які «поглиблюють обізнаність і розуміння громадськістю питань, які визначатимуть майбутнє нашого біологічного виду». Книжка базувалася на аналізі масиву ДНК, зібраної автором під час його всесвітніх

подорожей, зокрема в Центральну Азію – вузловий, на його думку, регіон для розуміння шляхів розселення людини. Найвагомішим висновком «Подорожі людини» було те, що всі сучасні чоловіки світу за прямою чоловічою лінією походять від одного чоловіка, який жив усього-на-всього десь 60 тисяч років тому в Африці. Звідти людство розселилося двома великими хвилями. Учасники першої великої хвилі (гаплогрупа С) в ході міграції трималися узбережжя Індійського океану, досягнувши кінець кінцем Австралії. Від учасників другої великої хвилі міграції (гаплогрупа F), що відбулася близько 45 тисяч років тому, походять близько 90 % усіх чоловіків світу. Вони не трималися узбережжя, а рухалися, вочевидь, слідом за дичиною широкими степовими просторами Євразії. Хоча всі чоловіки, що вийшли з Африки, несли в своїй ДНК маркер М168, дві хвилі мали й відмінність: перша характеризувалася додатковим маркером М130, а друга – маркером М89. Виділивши ці та низку інших маркерів, Спенсер Велз побудував генетичний родовід людства і наніс на карту орієнтовні місця і дати появи тих чи тих мутацій (маркерів).

Сьогодні ім'я Спенсера Велза в першу чергу асоціюється із Геноґрафічним проектом – багаторічним науковим дослідженням Національного географічного товариства США, компанії «IBM» та Фундації Вейтів, перед яким поставлено мету уточнити міграційну історію людства за допомогою найсучаснішого лабораторно-комп'ютерного аналізу ДНК. Цей проект безпосередньо випливав із дослідницької діяльності Велза, з якої постала «Подорож людини», і саме їй завдячував своєю появою. Зацікавившись діяльністю та відкриттями Велза, Національне географічне товариство США запропонувало йому організувати й очолити заходи зі всесвітнього збору зразків ДНК для отримання докладнішої інформації щодо популяційної структури людства та минулих шляхів його розселення. Для цього в світі, починаючи з 2005 року, було створено одинадцять регіональних центрів, а на веб-сайті Національного географічного товариства здійснювався продаж наборів для взяття мазків ДНК. Уже до 2007 року регіональні центри зібрали понад 100 тисяч зразків ДНК корінних і традиційних народів, а станом на квітень 2011 року тільки шляхом продажу було зібрано ще понад 400 тисяч зразків ДНК, що засвідчило надзвичайний успіх Геноґрафічного проекту. За наукову й організаційну діяльність на чолі цього проекту Спенсера Велза удостоїли в 2007 році престижної Премії імені Волтера Кістлера, покликаної, згідно зі статутними документами, «визнавати й заохочувати наукові дослідження, які демонструють зв'язки між сучасними генетичними тенденціями в людських популяціях

і довгочасним впливом на життєздатність і витривалість людства, суспільства і культури».

Скориставшись відкриттями Геноґрафічного проекту, Спенсер Велз написав свою другу книжку – «Далекі пращури: Геноґрафічний проект ізсередини», в якій докладно виклав основоположні поняття та процедури, які використовуються в генетичних дослідженнях минулого людства, та презентував широкому загалу оновлену версію генетичної історії людства згідно з даними зібраного масиву Y-хромосомної та мітохондріальної ДНК. На відміну від «Подорожі людини», висновки нової книжки охоплюють мітохондріальну ДНК та, що важливіше, базуються на кількасоттисячній вибірці з усього світу – найбільшій на той час зібраній базі даних ДНК. Попри всю технічну складність дослідження, в його основі лежала досить давня для європейської науки стратегія темпоралізації просторової структури, тобто реконструкції минулих зв'язків і форм за допомогою ретельного аналізу сучасної структури досліджуваного об'єкта. Цю стратегію було вище продемонстровано за допомогою прикладу з трьома індивідами, який наводить Спенсер Велз у «Далеких пращурах». В європейській науці вона налічує щонайменше 200 років, але донедавна не отримувала застосування у царині біології людини через брак параметрів, які можна було легко квантифікувати і піддавати статистичному аналізу. Відкриття структури ДНК та винайдення методів її «зчитування» забезпечило такі параметри. Тож, фактично, сучасні успіхи в популяційній генетиці людини є результатом перенесення давно відомої стратегії здобуття знання на новий ґрунт.

Суть цієї стратегії зводиться до трьох засновків. По-перше, подібні істоти мають спільне походження. По-друге, що подібніші вони, то ближче до них у часі існував їхній спільний предок. По-третє, спільний предок існував у тій місцевості, де найбільше відмінностей у межах тієї групи, до якої він належав (а отже, ця група існувала й нагромаджувала там розмаїття довше, ніж деінде). Таким чином, теперішнє складається із часових пластів, з яких, якщо їх правильно розкласти, можна реконструювати минуле. Ця думка широко застосовувалася європейськими науковцями для аналізу історичних систем, трудність якого полягає в тому, що процеси в них настільки довготривалі, що не можуть спостерігатися в реальному часі*. Ще

* Інші підходи до вивчення історичних систем запропонував Джаред Даймонд: Даймонд Джаред. Зброя, мікроби і харч: Витоки нерівностей між народами. – К.: Ніка-Центр, 2009. – С. 406–411.

в XVII столітті Нільс Стенсен висловив ідею стратиграфії, тобто історичної впорядкованості геологічних нашарувань, згідно з якою ближчі до земної поверхні нашарування з'явилися пізніше за ті, що лежать під ними. Цю думку розвинув батько англійської геології Вільям Сміт, котрий 1796 року уклав першу геологічну карту, застосувавши принципи стратиграфії. Слідом за ним Чарлз Лаєл у «Принципах геології» (1830) сформулював головне кредо у вивченні історичних систем: «Теперішнє – ключ до розуміння минулого».

Біологія пішла далі, визнавши перші з двох вищезгаданих засновків. Думку про те, що гомологія свідчить про спільне походження розвивали Жан-Батист Ламарк і Еразм Дарвін. Гніздова ієрархія біологічних видів, розроблена Карлом фон Лінеєм, містила впорядковану структуру всього живого, яку залишалося впорядкувати в еволюційну послідовність видоутворення, що й зробив Чарлз Дарвін. Паралельно з ідеєю реконструкції розвитку всього живого на основі його сучасного розмаїття лінгвісти почали впорядковувати всі мови світу за мірою їхньої подібності (ототожнюючи її зі спорідненістю), встановлювати їхнє спільне походження та реконструювати їх спільного предка (прамову). Так у першій половині XIX століття з'явилося порівняльно-історичне мовознавство, яке вже за тридцять років дало змогу Авґусту Шляйхеру написати знамениту байку (так звана «байка Шляйхера») на давним-давно мертвій, але реконструйованій праіндоєвропейській мові, яка вживалася близько 5700 років тому. До цього лінгвісти долучили стратегію географічної локалізації ареалу вжитку прамови у місці, де вона диференціювалася на більшу кількість більше відмінних мов*. Тим часом у соціальній антропології за допомогою пережитків еволюціоністи намагалися реконструювати попередні стадії розвитку культури.

Таким чином, стратегія реконструкції минулого історичних систем за допомогою їхньої сучасної (зокрема просторової) структури зовсім не нова, але отримала нове життя в популяційній генетиці завдяки останнім відкриттям і винаходам. Реконструкція генетичного минулого людства, здійснена Спенсером Велзом у «Далеких пращурах», стала передумовою для написання ним третьої книжки – «Посівів Пандори», у якій минуле зустрічається із майбутнім. Історичні системи залежать від свого попереднього розвитку, який каналізує кожен їхній наступний рух. Людство є такою самою історичною системою, що несе на собі еволюційний спадок свого попереднього розвитку. Такі прості міркування набувають конкретного змісту,

* Цю стратегію ілюструє Джаред Даймонд: Там само. – С. 372–373.

коли їх твердими науковими фактами з царин генетики, медицини, психології та кліматології ілюструє відповідальний науковець із бездоганною репутацією. Автор вбачає проблему в тому, що генетика й фізіологія – речі інертні, які змінюються і адаптуються повільно, натомість культура дуже динамічна й створює виклики (генна інженерія, антропогенне потепління, зброя масового знищення, життя в стані постійного стресу, висококалорійне харчування), які людина генетично й фізіологічно не готова приймати. Природно постає питання, які перспективи чекають на людину з її еволюційним спадком у майбутньому. Якщо вдалося реконструювати минуле, то чому не спрогнозувати майбутнє або принаймні зазирнути в нього? Вочевидь, Спенсера Велза занепокоїв той парадокс, що зараз людство наділене здатністю як ніколи глибоко дивитися у минуле, але дуже короткозоре щодо свого майбутнього. Ще ніколи людина не знала так багато про свою еволюційну історію, про гомінідних предків, які жили 6 мільйонів років тому, про ДНК, здатність говорити та поведінку неандертальця, про шляхи розселення Homo sapiens, але при цьому її погляд у майбутнє обмежується зоною видимості в кілька десятиріч. «Посіви Пандори» – це спроба побачити часові механізми, які людство завело в останні тисячі років і продовжує заводити зараз і які розкручуватимуться протягом наступного століття, впливаючи на якість життя і здоров'я нинішнього і майбутніх поколінь.

Тарас Цимбал,
Київ, серпень 2011 року

Присвячую Пем за її спокій, любов і розуміння

Як
Зевс того
й прагнув,
Пандора стала
Епіметеєвою дружиною
і праматір'ю всіх смертних
жінок. І вона ж стала причиною
великих нещасть на землі. До
того часу люди жили, не знаючи горя,
заздрощів, злочинів, тяжких хвороб і турбот.
Усе це Прометей сховав від смертних на Олімпі у
чималій скриньці, щільно її закривши. Зевс подарував
ту скриньку Пандорі в посаг, тільки – підступний! – не
звелів її відкривати. Послухалася Пандора, та з кожним днем
їй дедалі дужче кортіло зазирнути всередину. Нарешті красуня не
витримала, відкрила скриньку, і в ту ж мить звідти вилетіли на
волю горе, турботи, злигодні, страждання, тяжкі хвороби.
Відтоді вони скрізь і завжди переслідують людство.
Невидні, нечутні, німі, вони потьмарюють людям
сонячне сяйво, заповзають в їхні домівки,
сріблять скроні у смертних, виорюють на
їхніх обличчях глибокі страдницькі
зморшки, вкорочують недовгий вік.
Збагнувши, що вона накоїла,
Пандора мерщій закрила
скриньку, і з неї не
встигла вилетіти
тільки сліпа
надія.

В переказі Катерини Гловацької

ПЕРЕДМОВА

Безперечно, західні суспільства зараз живуть краще в матеріальному плані, ніж 40 років тому, але чому довкола так багато злочинів, вандалізму та графіті? Чому такий високий рівень розлучень? Чому спостерігається занепад громадської активності та довіри? Чому ожиріння й депресія досягли епідемічних масштабів, навіть серед дітей? Чому наш час називають добою тривоги? Чому опитування, проведені в найрозвиненіших країнах, показують, що люди стають менш щасливими?

Ричард Томкінз,
«Financial Times» за 17 жовтня 2003 року

Пишучи ці рядки, я на висоті 10 тисяч метрів пролітаю над Аравійським морем, потихеньку потягую вино зі склянки і друкую на ноутбуці. Мій літак прямує з Мумбаї, де я прочитав лекцію на науково-технологічному ярмарку, влаштованому Індійським інститутом технології. На те, щоб дістатися туди й повернутися додому, я витратив більше часу, ніж на перебування в самій Індії, а якщо до цього додати десяти-з-половиною-годинний часовий перепад, не дивно, що я почувався там не просто спантеличено. Втім, Індія – одна з моїх улюблених країн, яку я вважаю вартою розплати у вигляді порушення біоритмів організму, стрибка через півсвіту й аналогічного повернення назад – хай навіть все це стислося в один затяжний уікенд.

На ярмарок мене запросили студенти інституту, котрі хотіли почути розповідь про дослідження в царині генетики та розселення людства, якими я займаюся ось уже майже добрі два десятки років. Мої з колегами дослідження недвозначно показали, що в межах останніх 200 тисяч років всі нині сущі люди мали спільних предків, які мешкали в Африці і покинули її в останні 60 тисяч років, заселивши решту світу. Мені знадобилася година, щоб описати деякі нові дані з цієї галузі, розповісти про останні неопубліковані знахідки та

змалювати загальними штрихами картину генетичної історії нашого виду. Насамкінець, як і ведеться на такого роду лекціях, я відвів час для запитань з аудиторії. Деякі з них стосувалися лабораторних методів, за допомогою яких ми аналізували ДНК людей, тоді як інші мали загальніший характер. Останнім пролунало запитання, яке мені вже ставили не раз і, безумовно, питатимуть ще і ще: в чому актуальність моєї роботи?

Хоча дослідження таємничих подробиць далекої історії людства відгонить чимось езотеричним, воно завжди манило мене. Маючи правильні проби ДНК і такі-сякі знання зі статистики, можна крізь далечінь віків розглядіти деталі того, як наш вид розселився всім світом. «Але яке це має значення?» – питав студент. Я почав відповідати яко науковець, посилаючись на важливість фундаментальних досліджень, які не мають жодного конкретного практичного застосування. Уряди фінансують такі дослідження в багатьох галузях, бо зроблені в них відкриття можуть урешті-решт виявитися дуже важливими для значно практичніших галузей – приміром, медицини. Крім того, відмітною рисою нашого біологічного виду є його складна культура, тож науковий пошук сам по собі виступає важливим компонентом досягнення розуміння нашої ролі у світі. Уявімо зустріч із розумними істотами з іншої планети, – запропонував я. Чи буде доречно під час такої непересічної події верзти такі побутові дурниці, як переваги найновішої приставки для відеоігор, чи, радше, варто пояснити, хто ми – два високорозвинені біологічні види – і як дійшли до теперішнього стану? Нам слід вивчати свою історію, аби розуміти, хто ми, і замислитися над тим, куди ми можемо попрямувати. Як сказав французький філософ Ален: «L'histoire est un grand présent, et pas seulement un passé». Тобто історія – це не тільки минувшина, а ще й велика сучасність.

Проте, додав я, існує ще одна причина важливості таких знань. Сьогодні ми живемо в високоглобалізованому світі, в якому люди вступають в контакт із іншими людьми, зв'язок із якими був немислимим ще сторіччя тому. Африканці змішуються з європейцями, азійцями та корінними американцями, створюючи небувалу в історії людства соціальну мішанину. Накладіть ці інтенсивні зносини на мовні та культурні відмінності – й отримаєте потенційну гримучу суміш. Ми дуже чутко вловлюємо ці відмінності, бо вони допомагають нам побачити самих себе. Проте одним із результатів моїх із колегами генетичних досліджень став висновок про мізерність відмінностей між людьми – попри поверхову зовнішню різницю ми майже ідентичні одне одному на рівні ДНК. Актуальність моєї робо-

ти, пояснив я, в тому, що нам слід по-справжньому почати дивитися глибше поверхових відмінностей, що розділяють нас, та усвідомити, що всі ми – частина однієї розгалуженої людської родини. Якщо ми сповна усвідомимо свою єдність на генетичному рівні, можливо, у нас вийде подолати деякі міжгрупові упередження.

Мої міркування, вочевидь, викликали схвалення в аудиторії, яка нещодавно стала свідком жорстокого терористичного нападу, в ході якого ісламські радикали з Пакистану підірвали й розстріляли людей у кількох місцях південного Мумбаї, захопивши контроль над двома визначними готелями міста – «Тадж-Махал» та «Оберой». Упродовж чотирьох днів від їхніх рук загинули 164 невинні людини (при цьому наклали головою і дев'ятеро напасників). Для Індії соціальний резонанс події міг зрівнятися з 11 вересням для США (хоч, на щастя, з меншою кількістю жертв). Природно було би розгнівитися у відповідь, прагнути відплати, скористатися цим нападом яко виправданням подальшого насилля. Проте індійці, як стверджував мій проводир, відреагували інакше, не застрягши на негативних емоціях: «Ця подія всіх нас об'єднала – всю Індію», – сказав він, коли ми петляли запрудженими вулицями з аеропорту.

Природа всього цього контакту вкупі з цитатою з Ричарда Томкінза, якою починається моя передмова, визначає тему книжки. За свою кар'єру генетика й антрополога мені пощастило працювати з багатьма людьми по всьому світу: від високопосадових політиків і керівників провідних корпорацій до мисливців-збиральників, які підтримували своє жалюгідне існування у закинутих пустинних місцевостях. Мене раз у раз вражала колосальна маса змін, які відбуваються зі світом у наш час, хоч би де ми жили. Деякі з них позитивні – як-от загальне зменшення бідності протягом мого життя і падіння народжуваності в країнах, що розвиваються. Інші ж речі – як-от 11 вересня та події в Мумбаї – не такі бажані. Повсюди панує відчуття, що світ невпинно рухається, що ми стоїмо на порозі епохального переходу і що життя докорінно зміниться в найближчі кількадесят років. Пришвидшується темп технологічних інновацій, які затягують усіх нас. Погляньте на незамінні речі свого повсякдення, якими ви навчилися користуватися лише в останнє десятиліття. Негайно на думку спадають електронна пошта, Google, ICQ та мобільні телефони, але до них долучаються гібридні автомобілі, систематичний вивіз і переробка сміття та соціальні мережі на кшталт Фейсбука. Все це впровадили в широкий ужиток не раніше середини 1990-х років, але вже сьогодні ми не можемо уявити життя без таких речей. Майже нереально вгадати, яким буде світ наприкінці XXI століття.

Проте всі ці разючі технологічні здобутки супроводжувалися додатковим багажем. Мабуть, найочевидніший його приклад – безпрецедентне зростання частоти хронічних захворювань у вестернізованих суспільствах. Я навмисно вжив слово «вестернізовані» замість «західні», щоб не оминути увагою зростання частоти серцевих хвороб, цукрового діабету та банального ожиріння в країнах, що розвиваються, зокрема, в Індії та Китаї. Переймаючи риси нашого суспільства, ці країни не обмежуються тільки позитивними: чимало найгірших ознак нашого життя стають частинами їхнього побуту. Психічні розлади, як-от депресія і тривога, також зараз на підйомі, а ліки від них приписуються американськими лікарями частіше за будь-які інші медикаменти. Таке неухильне скочування в напрямку погіршення здоров'я, притаманного Заходу, здивувало мене й спонукало задуматися про його первинні причини. Чи існує якась фатальна несумісність між західною культурою та нашою біологією, через яку ми дедалі більше хворіємо? А якщо несумісність таки має місце, то чому ж тоді сучасна культура запанувала в світі? Хіба не ми самі господарі своєї долі і хіба не *ми* створили найбільш підхожу для нас культуру, а не вона обрала нас?

Відповідь на це питання народжувалася дуже довго на досаду терплячих редакторів видавництв «Random House» та «Penguin». Мені знадобилося об'їздити весь світ, щоб виявити подібність між тим, що діялося тисячі років тому, і тим, що відбувається на наших очах, адже нині ми стоїмо на порозі подій, які можуть стати новим поворотним пунктом в еволюції людини. В ході досліджень, пов'язаних із моєю першою книжкою «Подорож людини», мене вразила глибина впливу сільськогосподарського трибу життя на людей, котрі жили 10 тисяч років тому на Близькому Сході. З'ясувалося, як побачимо в Частині першій, що перші рільники насправді мали *гірше* здоров'я, ніж навколишні мисливці-збиральники. То чому ж рільники здобули приголомшливу «перемогу» – нищівну настільки, що сьогодні майже ніхто в світі не веде мисливсько-збиральницького життя? На подальших сторінках я спробую прочитати «археологічний» літопис сьогодення, щоб знайти сили, які дали поштовх переходу від мисливства й збиральництва до рільництва, і зрозуміти, як це рішення породило той складний світ, у якому ми живемо. Якщо книжка «Подорож людини» присвячена вивченню того, як людство заселило світ, то в «Посівах Пандори» я розглядатиму, як людство у часи колосальних змін психологічно й біологічно адаптувалося жити в цьому світі. Ці дві книжки становлять своєрідне двотомне широкомасштабне дослідження історії людства, яка тягнеться від

перших днів нашого біологічного виду на планеті і до того майбутнього, куди ми прямуємо зараз, щораз далі заглиблюючись у XXI сторіччя.

Влучно висловився в 1968 році Стюарт Бренд у вступному реченні першого числа «Каталогу всієї Землі», перефразувавши Едмунда Ліча: «Ми вже як боги; пора навчитися виконувати цю роль». Найбільшою революцією останніх 50 тисяч років історії людства була не поява Інтернету, не проростання промислової доби із посівів Просвітництва, не розвиток сучасних методів далекобіжного мореплавства. Найбільша революція радше відбулася тоді, коли жменька людей, які замешкували кілька місцевостей, розкиданих усім світом, вирішили припинити жити зі збирання плодів землі, скорившись місцевим природним обмеженням, а натомість почали власноруч вирощувати собі їжу. Це рішення мало значно далекосяжніші наслідки для нашого біологічного виду, ніж будь-яке інше. Саме воно привело в рух події, які ми розглянемо в подальших частинах. З огляду на могутність, добуту нашим біологічним видом завдяки цим змінам, нам слід привчитися до стриманості. В сьогоденному світі, коли невелика група терористів може завдати незагойних травм психіці цілих націй, коли позірно незначні рішення можуть вплинути на біологічний спадок поколінь, котрі житимуть у далекому майбутньому, і коли внаслідок наших дій більше біологічних видів можуть повністю зникнути з лиця Землі, ніж за будь-який період останніх 60 мільйонів років, настав час для переоцінки й усвідомлення того, що непомірні бажання мають великі наслідки.

ЧАСТИНА ПЕРША

Загадка на карті

... це найважливіша, найдивовижніша карта, яку будь-коли укладало людство.

Президент Білл Клінтон
(з приводу завершення чорнового варіанта розшифрування людського геному, 26 червня 2000 року)

Карта не є територією, яку вона відтворює.

Альфред Корзибскі

ЧИКАҐО, ШТАТ ІЛІНОЙС

Моє таксі петляло в вечірніх транспортних потоках Чикаґо, описуючи дугу вздовж берега озера Мічиґан, скутого зимовою кригою. Праворуч від мене в небо врізалися висотки одного з найвищих міст світу – сталь і скло виростали з пласкої ілінойської прерії, немовбито сучасні інкарнації трав і дерев, які колись облямовували озеро. Чикаґо – квітучий метрополіс із майже трьома мільйонами мешканців – пишався своїм аеропортом, котрий раніше був найжвавішим у світі (тепер він другий): щодня його термінали пропускають 190 тисяч пасажирів, одним із яких того дня був я. Це просторе місто славиться своєю динамічною, спрямованою в майбутнє культурою – «машинобудівник» і «скиртоукладач», як назвав його Карл Сендберг. Не зовсім очевидний пункт призначення для тих, хто шукає минуле.

Озеро повернуло мене назад у часі – аж у ті давноминулі дні, коли його тут ще не було. Насправді, озеро Мічиґан – це залишок одного з найбільших в історії планети льодовиків. Під час останнього зледеніння територію від Північної Канади вздовж ріки Місурі

аж до сучасного Індіанаполіса на півдні вкривав Лаврентійський льодовиковий щит, східні відроги якого простягалися територією сучасного Нью-Йорка аж до Атлантичного океану. Вода від його розтавання утворила Великі озера, зокрема озеро Мічиґан. З вікна таксі я роздивлявся, як сильний вітер гуляє крижаною рівниною озера, яка починається від чиказького берега, і відчував, що історія може наново прокручуватися перед очима. Льодовикова доба могла виглядати приблизно так само, подумалося мені.

Це не було якесь бездіяльне розумування; все своє життя я вивчав минуле, наяву намагаючись заново прокрутити історію. Ще в дитинстві я захопився нею, жадібно поглинаючи все, що міг знайти про стародавні Єгипет, Грецію і Рим, великі імперії Близького Сходу та європейські Середні віки. В старшій школі на уроках біології я почав замислюватися про давнішу історію, сили якої діяли на геологічній арені. Історія життя доповнила мою пристрасть до писемної історії, тож, вступаючи до коледжу, я вирішив вивчати літопис, збережений у наших тілах, – нашу ДНК. Мене зацікавила популяційна генетика, тобто вивчення генетичного складу популяцій живих організмів, коли ДНК цих організмів використовується для розкриття історії їхніх змін. Ця дисципліна постала в результаті спроб об'єднати наявне знання про те, як наші пращури переселялися, як стародавні людські популяції змішувалися й розгалужувалися, а також як вони урізноманітнювалися впродовж геологічних ер. Одне слово, йшлося про *справді* стародавню історію.

І мої пошуки вже вдруге привели мене сюди. Останнього разу до Чиказького університету – а саме туди прямувало моє таксі з аеропорту О'Гара – я навідувався вісімнадцять років тому у лютому 1989-го, коли збирався вступати до магістратури. Того року озеро так само замерзло, а ранкові походи на співбесіди в університеті при одноцифровій температурі зіграли певну роль у моєму рішенні віддати перевагу дещо теплішому містечку Кембридж, що в штаті Масачусетс. Втім, моє рішення нічого не говорить про сам Чиказький університет, адже це незаперечний флагман освіти. Серед його викладачів чимало блискучих науковців і мислителів із різних галузей науки – від економіки до літературознавства й фізики. До Чикаґо я повернувся саме для того, щоб відвідати одного з них.

Джонатан Причард навчався в магістратурі Стенфордського університету, коли я працював там над докторською дисертацією, тому добре пам'ятаю його перші виступи перед нашою групою. Завдяки своєму математичному розуму й глибокому розумінню процесів генетичних змін Джонатан став справжнім скарбом для

групи. Пізніше ми на короткий час знову перетнулися, коли я перебував в Оксфордському університеті, але втратили контакт протягом подальших років, хоч я стежив за його науковою діяльністю через статті, які виходили в наукових журналах. Одна з таких публікацій спонукала мене знову побачитися з Джонатаном, щоб обговорити його відкриття.

В цій статті, опублікованій на сторінках «PLoS» (абревіатура на позначення «Public Library of Science» – престижної групи наукових журналів, доступних в Інтернеті), описувався новий метод, який його дослідна група розробила для вивчення природного добору в людському геномі. Добір – це відкрита Дарвіном сила, яка створила такі витончені адаптації, як очі та вуха, а також більшість інших по-справжньому корисних рис, які ми маємо. Згідно з ученням Дарвіна, невеликі зміни, які приносять вигоду організму, дають йому вищі шанси на виживання й відтворення в одвічних перегонах, що називаються життям. Позаяк усі ці дібрані характеристики в кінцевому підсумку витікають із того, як впорядкована наша ДНК, було би логічним звернутися до генів у пошуках того, що зробило нас такими, як ми є. Пошук слідів добору на генетичному рівні має довгу історії, а його початки передують відкриттю структури ДНК Ватсоном і Криком на початку 1950-х років. Першопрохідці в галузі генетики, приміром Теодосій Добжанський, який емігрував з Радянського Союзу до Сполучених Штатів і на початку XX сторіччя започаткував популяційну генетику як науку, з одержимістю шукали генетичні зміни, які можна було би пояснити винятково за допомогою відкритої Дарвіном на позір магічної сили. Коли нуклеотидні послідовності ДНК ще не можна було вивчати напряму, дослідники займалися спостереженням великомасштабних змін у структурі хромосом дрозофіли (генетики уподобали дрозофіл переважно через їхні велетенські хромосоми слинних залоз, які давали змогу вивчати закономірності генетичної мінливості задовго до секвенування ДНК). Хоч їм і вдавалося знаходити докази колишнього впливу добору на дрозофіл, першопричини спостережуваних закономірностей залишалися невловимими.

Коли стало зрозуміло, що ДНК є першоджерелом генетичної мінливості, було виявлено її структуру та розроблено методи для з'ясування дійсної послідовності хімічних будівельних блоків, які утворюють подвійну спіраль (цим реченням я промчався відразу через п'ятдесят років інноваційних досліджень), популяційні генетики почали безпосередньо вивчати нуклеотидну послідовність ДНК. Попервах (якихось двадцять п'ять років тому) через технічні

обмеження вони мали змогу обстежувати лише невеликі ділянки геному (геном – це сукупність усіх генетичних будівельних блоків, які має індивід), тож пошук доказів природного добору зазвичай закінчувався безрезультатно. Аж ось наприкінці 1990-х років із завершенням Проекту геному людини та викликаними ним масовими технологічними проривами науковці нарешті дістали змогу повернутися до питання, яке майже століття тому не давало спокою Добжанському та його колегам: чи можна знайти докази добору на рівні ДНК і, що ще цікавіше, чи можна з'ясувати, чому цей добір відбувався?

ГЕНЕТИЧНІ НАМИСТИНИ

Розрахувавшись із таксистом, я вийшов біля книгарні Чиказького університету і почав озиратись довкола. Зусібіч мене оточували будівлі в готичному стилі, зведені наприкінці XIX століття під час першого чиказького будівельного буму. Університет, заснований 1890 року на кошти нафтомагната Джона Д. Рокфелера, свідомо намагався прилучитися до давнішої традиції вченості. Складалося враження, нібито я знову серед підсвічених шпилів Оксфорда поспішаю з одного заняття на інше. Проте цього разу моїм пунктом призначення була значно новіша будівля.

Центр наук про людину Камінгса збудували в 1970-ті роки. Як і належить споруді, покликаній стати осідком для науковців, які займалися передовими біологічними дослідженнями, в котрих саме тривала революція, викликана відкриттям структури ДНК, цегляна вежа Центру виглядала підбадьорливо модерною, ба навіть дещо грубою. В Центрі я мав намір побачитися з Джонатаном Причардом, котрий використовував найпередовіші методи в генетиці, щоб розкрити історію нашого біологічного виду. Розміщення цього будинку серед кампуса, який складався з давніших споруд, виглядало доречним, з огляду на тему, яку я збирався там обговорювати.

Я знайшов кабінет Джонатана на одному з горішніх поверхів. Поки він готував мені каву, зав'язалася розмова. Джонатан любив займатися бігом на великі відстані і виглядав як міцний довготелесий марафонець. Його здивувало, що я вирушив у таку далеку подорож, тільки щоб поговорити з ним. Я ж розпитав про його переїзд із Оксфорда до Чикаґо, про особисте життя (над столом висів малюнок одного з його синів) і як почувається людина, котра

отримала тенюр* від одного з найпрестижніших університетів світу всього-на-всього в тридцять сім років. Він розсміявся, і в його сміхові відчувалася впевненість у своїх інтелектуальних здібностях, так характерна для багатьох математично обдарованих людей, яких я знав. У житті все добре, пояснив Джонатан. Відтак ми перейшли до причин моїх відвідин.

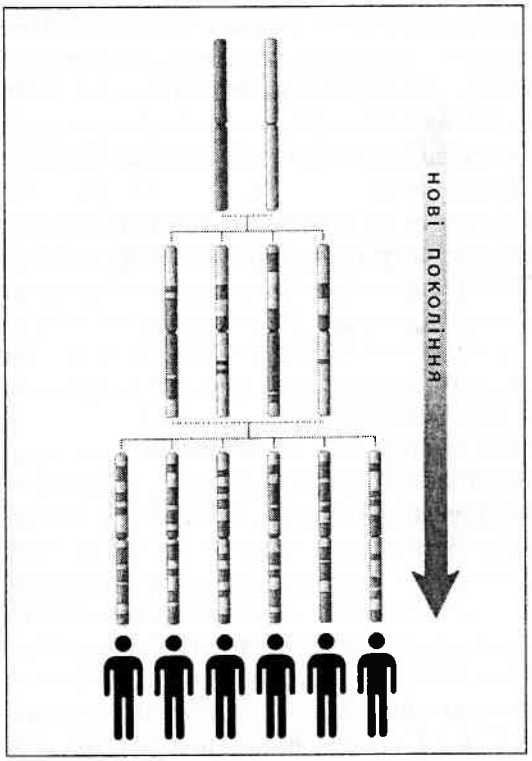
Я хотів поговорити на професійні теми чи, точніше, довідатися про його розуміння відкриттів, оприлюднених у статті. В цій статті з «PLoS» Джонатан із колегами описали новий метод знаходження слідів добору в геномі людини. З цією метою вони скористалися так званою Гаплокартою (*англ.* HapMap) – банком даних про гаплотипну структуру людського геному. Щоб зрозуміти, про що йдеться, потрібно трішки зануритися в науку.

Довжелезний ланцюг ДНК, який складає весь наш геном, поділений на коротші ланцюги, які називаються хромосомами і яких у нас 23 пари. Хромосоми містять ті 23 тисячі генів (або близько того), які програмують роботу нашого тіла. В цих генах закодовані такі речі, як, приміром, ферменти для перетравлення цукру, що містяться в вашому шлунку, білки, які забезпечують згортання крові, або тип вашої вушної сірки – одне слово, всі фізичні риси, які роблять вас тими, ким ви є. Хромосоми – це лінійні ланцюги ДНК, які складаються з чотирьох хімічних будівельних блоків, відомих як нуклеотиди: A, C, G і T. Послідовність розміщення цих нуклеотидів уздовж усієї протяжності хромосоми – приміром, AGCCTAGG і так далі – кодує інформацію вашого геному й визначає, за що відповідає кожен ген у вашому тілі. Нуклеотиди розміщені в хромосомах, як намистинки на нитці – такий собі лінійний оркестр музикантів, кожен із яких виконує свою партію в симфонії, котрою є ви. З кожної пари хромосом людина успадковує одну хромосому від матері, а іншу – від батька.

Проте, коли ці музичні намистинки передаються від батьків до дитини, з ними відбувається одна дивна річ. Вони перетасовуються – на кшталт колоди гральних карт – через що відбувається часткове змішання початкових лінійних ланцюгів, що були у ваших батьків. Саме так: хромосоми ваших батьків, дослівно кажучи, обмінюються генетичною інформацією вздовж усієї своєї протяжності, роз'єднуючи, а потім у новий спосіб з'єднуючи свої спарені ланцюги, внаслідок чого постає абсолютно нова версія хромосоми, яку отри-

---

* Безстроковий контракт на зайняття посади професора або доцента в американських університетах (*англ.* tenure). – *Тут і далі примітки перекладача.*



Малюнок 1. Рекомбінація з плином часу створює перетасовані хромосоми

муєте ви. Це одна з причин, чому ви не виглядаєте точнісінько так само, як хтось із членів вашої родини, проте науковці ще точно не знають, чому так відбувається. Згідно з найкращою із запропонованих теорій, у такий спосіб створюються умови для появи в кожному поколінні нових хромосомних аранжувань музичних намистин, щоб генетичний оркестр вашої дитини виконував іншу мелодію, якщо раптом часи зміняться, – врахуйте, як швидко доводиться еволюціонувати в часи інтенсивної кліматичної пертурбації. Позаяк таке перетасовування досить повсюдне в тварин і рослин, воно майже напевно повинно мати дуже вагому причину.

Можливо, читачі вже здивувалися: «Якщо хромосоми поєднані в пари, то чому перетасовка взагалі щось змінює? Якщо це копії тих самих намистин, хіба тоді їх перетасовування не видасть ті самі комбінації, що були раніше, в кожній із двох нових хромосом?». Причина появи нових комбінацій криється в тому, що кожен член нової пари насправді є дещо дефектною версією іншого члена. Річ

у тім, що коли хромосоми передаються від покоління до покоління, їх копію для кожного нового організму створює спеціальна клітинна машинерія. Попри велику ретельність, із якою виконується копіювання, і навіть попри коректорські механізми, які перевіряють точність відтворення оригінальної послідовності в новому намисті, час від часу в цей процес закрадаються огріхи. Випадковим чином на місці намистини одного кольору опиняється намистина іншого кольору – червона замість зеленої, приміром. Така подія стається нечасто – можливо, кілька разів із кожною хромосомою за одне покоління, але якщо вона таки сталася, викликані нею зміни, що їх генетики називають *мутаціями*, передаються далі наступним поколінням. Вони слугують введенню додаткового розмаїття в генофонд. Із плином часу нагромадилося стільки таких змін, що в середньому одна з кожної тисячі намистин відрізняється від своєї двійниці в хромосомній парі. Отже, кожна хромосома передається наступному поколінню як перетасована версія відповідної хромосоми батька й відповідної хромосоми матері, а перетасування простежується у відмінностях між намистинами спарених хромосом. У теорії все звучить складно, але якщо нуклеотиди уявити намистинами на нитці, стає легше схопити ідею.

Проект «Гаплокарта» дав змогу з'ясувати особливості перетасовування в різних людських популяціях. Проаналізувавши людей з Африки, Європи й Азії, науковці встановили, що існує середня довжина ділянок намиста, які не зазнавали перетасування. Ця довжина була функцією від давності популяції, від її середнього розміру впродовж часу існування та інших факторів, які з точністю визначали, де на намисті може відбутися рекомбінація. За всіма цими розрахунками стояла досить хитромудра математика, але в чистому залишку головний висновок можна сформулювати так: існує середня довжина рекомбінованих ділянок на генетичному намисті. З плином часу незліченні покоління рекомбінації створювали своєрідний «підпис», визначальний для генетичної структури населення, тобто візерунок, який відрізняє генетичне намисто однієї популяції від іншої, оскільки люди, які живуть в одному географічному регіоні, як правило, мають більше спільних предків, ніж люди з різних частин світу.

Причард з колегами розробив новий статистичний метод для виявлення ділянок на хромосомах, які зазнавали дуже незначного перетасування. Інакше кажучи, вони знайшли фрагменти генетичного намиста хромосом, на яких були довгі ділянки, що виглядали дуже схожими в різних індивідів – на кшталт того, коли кожен но-

сить намисто з унікальним візерунком, за винятком однієї довгої ділянки, яка майже однакова в усіх. З приводу ділянок такого типу можна зробити висновок, що під впливом якихось подій склався довгий відтинок намистин, який почав успадковуватися багатьма людьми одним суцільним блоком, поширившись у їхніх намистах, наче модний аксесуар. Одна особа, уподобавши комбінацію намистин у намисті іншої, зімітувала її й собі, долучивши до свого намиста. Завдяки моді цей візерунок із намистин поширився всюди, тож незабаром його носили багато людей.

Візерунки хромосом, ясна річ, не можна побачити, поглянувши комусь у вічі. Так само не можливо просто взяти відтинок чиєїсь хромосоми і вставити її в свою, а отже, пояснення цієї генетичної «моди» мусить лежати деінде. Оскільки ж хромосоми складаються із генів, а не намистин, з цього випливає, що конкретний візерунок у хромосомі певної людини забезпечує якусь еволюційну перевагу, яка дає йому змогу поширитися серед популяції. Коли так відбувається в природі, цей процес називають не модою, а добором: ця дарвінська сила, якою захоплювався великий натураліст XIX століття, в ході зміни багатьох поколінь створює високоадаптовані організми. Протиставлений великий палець руки, кольоровий зір, наш неймовірний мозок – все це походить від дрібних змін, дібраних природою в наших ДНК мільйони років тому.

Відтинки хромосомних намистин, спільні для багатьох людей, повинні містити якусь конкретну зміну свого генетичного коду, котра дала еволюційну перевагу і завдяки якій її носії дістали вищі шанси на виживання та передання своєї ДНК наступним поколінням, зокрема й цього конкретного відтинку намиста. Вивчення таких візерунків створює можливість заглянути назад у часі, щоб дізнатися, як наші геноми формувалися під дією минулих епізодів природного добору. Прискіпливо вивчаючи сліди в ДНК живих людей, можна побачити свідчення подій, які сталися багато поколінь тому – так само, як судмедексперти намагаються відтворити подробиці злочину на основі доказів, полишених на місці його скоєння. Саме це й зробив Причард із колегами в статті, що побачила світ у журналі «PLoS».

На моє прохання пояснити метод Причард підійшов до дошки в кабінеті й почав малювати паралельні горизонтальні лінії різних кольорів, пояснюючи, як він із колегами обстежував дані «Гаплокарти» на предмет наявності блоків зі схожою структурою. Він пояснив, що таке в їхній термінології *інтегрована оцінка гаплотипу*, або iHS, яка використовувалася для внесення поправки на особливості рекомбінації різних ділянок людського геному. Тобто iHS покликана

враховувати той факт, що деякі частини нашого геному містять довгі ділянки, які виглядають досить подібними в усіх популяціях, просто-напросто через фізичну структуру ДНК цієї ділянки (а не обов'язково через добір на користь конкретної популярної послідовності намистин), тоді як інші частини зазнають інтенсивнішої рекомбінації і сильно варіюються від індивіда до індивіда. В своєму дослідженні Причард з колегами шукав хромосомні ділянки, які *мусили* перетасовуватися й різнитися, а отже, бути давніми, але з якими цього *не сталося*. Такі відтинки виявлялися молодшими, ніж мали би бути, підказуючи, що відносно недавно відбулися якісь події, що викликали зміни в візерунку цієї конкретної ділянки геному. Інакше кажучи, в цьому випадку один блок намистин поширився в популяції завдяки добору.

«Ми шукали події, які ще не досягли суцільного закріплення», – додав він, маючи на увазі, що ще не всі представники популяції носили в собі ці короткі відтинки модних намистин. Такий крок дослідникам знадобився, щоб оцінити очікуваний рівень генетичного розмаїття для кожної ділянки незалежно, вдавшись у такий спосіб до своєрідного внутрішнього контролю результатів дослідження. Завдяки цьому ефективність їхнього статистичного аналізу значно зросла, збільшивши ймовірність того, що ділянки на хромосомах, які отримали додатне значення за цим показником, справді зазнали добору.

Причард описав копітку роботу, яку вони виконали, щоб врахувати всі можливі зміщення, притаманні цьому аналізу. Далі він констатував обмеження, пов'язані з аналізом лише трьох вище згаданих популяцій із масиву даних «Гаплокарти», та поділився планами розглянути дані з додаткових популяцій. База даних «Гаплокарти» постала як результат діяльності міжнародного консорціуму біомедиків, які намагалися знайти генетичні варіанти, які можна було б пов'язати з поширеними хворобами, наприклад, цукровим діабетом чи гіпертонією. «Гаплокарта» не задумувалася як вікно в еволюційну історію нашого виду, але невелика команда дослідників під керівництвом Причарда знайшла спосіб застосувати її в таких цілях.

Їхній аналіз виявив сотні ділянок геному, розкиданих по всіх 23 парах хромосом, які зазнали посиленого добору. Майже всюди залишилися гарячі сліди, які могли багато розповісти про еволюційну історію нашого біологічного виду. Проте найнеймовірніше відкриття, яке випливало з проведеного дослідження і заради якого я навідався до Причарда, стосувалося часу, коли відбулися події, що викликали добір. Всі вони сталися в останні 10 тисяч років.

Зазвичай ми сприймаємо природний добір яко затяжний, повільний процес. Дарвін та інші еволюційні біологи, зазвичай, мислили в термінах добору, що відбувався впродовж мільйонів років мірою того, як незначні переваги, які давала нова риса, здобували перемогу над своїми менш успішними суперницями. Термін «виживання найпристосованіших», який насправді створив суспільствознавець XIX сторіччя Герберт Спенсер, описував поступове нагромадження генетичних варіантів, яке в кінцевому підсумку вело до зростання пристосованості виду до довкілля. В дослідженнях, які проводилися на типових експериментальних організмах, як-от бактеріях або дрозофілах, підрахована селективна перевага, як правило, становила частину одного відсотка, а це означає, що організмам із новою рисою знадобились би тисячі поколінь, щоб продемонструвати ознаки добору – інакше кажучи, щоб їхній візерунок із намистин набув поширення. Відкриття Причардом сотень епізодів добору, що мали місце в останні 10 тисяч років – а це лише 350 людських поколінь – підказувало, що за цей час наш біологічний вид зазнав дуже потужного селективного тиску.

Що могло викликати таку величезну зміну в нашому геномі? Причард відразу застеріг, що його метод може давати зміщення в бік отриманого результату, але додав, що його подальші дослідні зусилля підтвердили висновок, згідно з яким протягом зазначеного періоду відбувався інтенсивніший добір, ніж до того. Інші дослідники згодом також підтвердили відкриття Причарда, погодившись, що цей період часу справді супроводжувався значною кількістю змін у нашому геномі. Аби зрозуміти, чим особливий цей час, потрібно вийти за межі ДНК і пошукати в каменях і кістках палеоантропології.

ПРО ЩО МОЖЕ РОЗПОВІСТИ ТОЧКА ПЕРЕГИНУ

Наш вид з'явився відносно недавно на біологічній арені. Якщо мечохвостів і акул знаходять у скам'янілостях віком понад 100 мільйонів років, то гілка гомінідів, до якої належали прямохідні людиноподібні мавпи, виникає близько 5 мільйонів років тому. Наш рід Homo постає ще пізніше – близько 2,3 мільйонів років тому – у зв'язку з появою перших гомінідів із великим мозком, котрі починають виготовляти знаряддя. Це були Homo habilis* та їхні нащадки Homo erectus**. Гомініди зі ще більшим мозком і зовнішністю, схожою

* Людина вміла (*лат.*).

** Людина прямохідна (*лат.*).

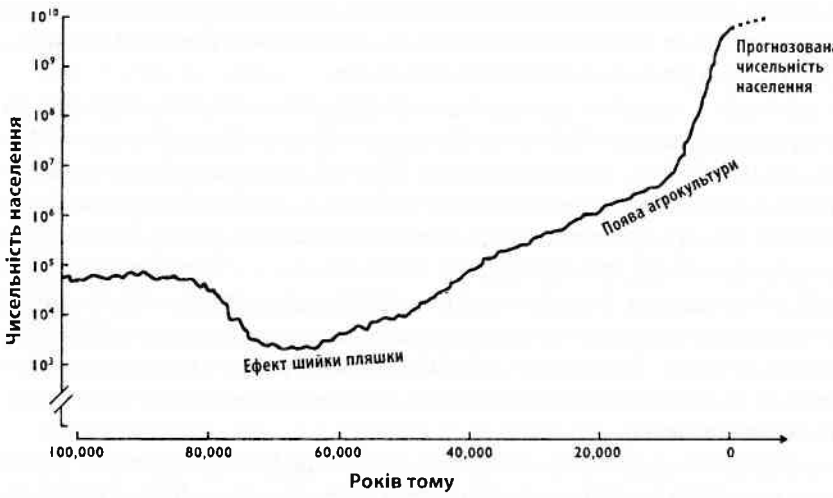
на нашу, з'являються близько 500 тисяч років тому, але й вони ще не належали до нашого виду. Іншими словами, на еволюційній арені ми входимо до категорії новоприбульців.

Згідно з недавно проведеним повторним аналізом викопних решток, знайдених 1967 року Ричардом Лікі в гірській системі Кібіш на річці Омо, що в Південній Ефіопії, наш вид Homo sapiens* вперше став біологічно впізнаваним близько 195 тисяч років тому. Спершу вік цих решток датували 130 тисячами років, але новіші методи показали, що насправді їхній вік на 65 тисяч років більший, ніж гадалося. У надзвичайно спірній дисципліні палеонтології, де одне-єдине відкриття може переписати всю історію, датування досить надійне. Можливо, в майбутньому будуть відкриті давніші рештки людей, але на сьогоднішній день це перші відомі нам люди, які жили на Землі.

Наступні за давністю людські рештки майже на 40 тисяч років молодші і були знайдені в Герто (Ефіопія) та Джебель-Іргуд (Мароко), проте Homo sapiens почали в значних кількостях заявляти про себе в викопних матеріалах лише близько 120 тисяч років тому. Найвідоміші їхні рештки були знайдені в печерах Кафзег і Схул у сучасному Ізраїлі та в долині річки Класіес в ПАР. Такий брак слідів Homo sapiens за цілих 75 тисяч років може бути пов'язаний із низькою густотою населення або, цілком імовірно, із недостатньою археологічною вивченістю цього періоду, проте один висновок можна зробити однозначно: люди залишалися відносно рідкісним видом, розселення якого обмежувалося Африкою та Близьким Сходом.

Відштовхуючись від кількості розкопаних археологами стоянок, а також враховуючи підказки, які дає людський геном, можна розрахувати тогочасну демографію нашого виду. Якщо нанести розрахунки на координатну площину, вимальовується цікава закономірність (мал. 2). Від своєї появи близько 200 тисяч років тому, і десь до 80 тисяч років тому, наш вид налічував невідому, але досить стабільну кількість особин. Судячи з рідкісних викопних знахідок людських решток, кількість населення була невеликою, а сам вид розсіявся по Східній та Північній Африці. Близько 120 тисяч років тому, коли ми проникли на Близький Схід та в Південну Африку, все ще не видно жодних слідів вагомої зміни в кількості. Натомість усе виглядає так, нібито невеликі, розкидані групи просто-напросто заблукали в нові землі. В цей час Близький Схід фактично був географічним продовженням Північної Африки, маючи аналогічний

* Людина розумна (*лат.*).



Малюнок 2. Динаміка чисельності людського населення світу за останні 100 тисяч років. На вертикальній осі використано логарифмічну шкалу часу (10^3 = 1000, 10^6 = 1 мільйон і т. д.)

клімат, флору й фауну, тож ці перші люди ще не відійшли надто далеко від своєї африканської домівки. Доказів тогочасної присутності людей в Європі та інших регіонах Азії не знайдено.

Проте в період між 80 і 50 тисячами років тому щось важливе сталося із людським населенням: археологічні сліди його існування щезають – їх важко знайти навіть в Африці. Поселення, що існували на Близькому Сході та в Південній Африці, покидаються. Складається враження, що людство відступало перед якимось катастрофічним викликом. Якщо вірити цим фактам, напрошується висновок: людство зазнало демографічного обвалу. Про те саме свідчать нещодавні генетичні відкриття. Розрахувавши рівень генетичного розмаїття сучасного людського населення, яке виявилося промовисто низьким порівняно з аналогічним показником наших найближчих біологічних родичів – великих людиноподібних мавп, можна зробити висновок, що близько 70 тисяч років тому людське населення в середньому налічувало не більше двох тисяч осіб. Без перебільшення, наш біологічний вид був на межі вимирання, в надирі своєї 200-тисячолітньої демографічної кривої. А потім, близько 60 тисяч років тому, щось іще сталося, бо відбулася зміна напрямку кривої, відома в математиці як точка перегину. Людське населення почало зростати, що збіглося в часі з першою появою людей за

межами Африки та Близького Сходу. Впродовж подальших 45 тисяч років ми розселилися на всі континенти (за винятком Антарктиди), зрісши чисельно від кількох тисяч, котрі пережили демографічний обвал, до кількох мільйонів мисливців-збиральників, розселених по всьому світу. Про причини цієї експансії поговоримо в Частині четвертій.

10 тисяч років тому відбувається щось епохальне: в поведінці кривої знову зміна, яка проявляється в стрімкому пришвидшенні темпів демографічного зростання. Від кількох мільйонів до більш ніж шести мільярдів – таким був результат справжнього прориву нашого біологічного виду – своєрідного Великого Вибуху, що привів нас до панування на світовій арені. Що ж привело в рух цей раптовий кількісний ривок, що розпочався 10 тисяч років тому? Якщо ви археолог, то відповідь відразу спаде на думку. Адже саме в цей час ми осіли й ухвалили свідоме рішення змінити свої відносини з природою. Ми зайнялися рільництвом. Якщо мисливці-збиральники *знаходять* собі джерела їжі, то рільники самі *створюють* їх. Цей позірно простий перехід у способі здобуття поживних речовин викликав докорінну переміну в історії людства. Замість того, щоб залишатися заручниками місць, де можна знайти вдосталь рослин і тварин для прожиття, люди здобули контроль над джерелами їжі. Як наслідок, їжа перестала бути обмежувальним чинником у визначенні кількості людей, які можуть жити в одному місці. Як так сталося – це ми з'ясуємо в наступній частині, а наразі лише зазначимо, що завдяки контролю над наявністю їжі ми здобули можливість самим *вирішувати*, скільком людям жити в якомусь конкретному місці. Якщо населення кількісно зростало, було відносно легко виробити більше їжі. Цей радикальний поворот у трибі життя привів у рух Великий Вибух на кривій нашого демографічного зростання.

Що ж діється зараз? Цікаво, що прогнози на XXI століття передбачають поступове вирівнювання демографічної кривої, в результаті чого під кінець століття ми досягнемо точки сталості. Причин для цього багато – від медичних до економічних, але, незалежно від обставин, наслідком цього буде чергова докорінна зміна в нашому трибі життя. Наш біологічний вид в кількісному плані зростав пришвидшеними темпами починаючи з 60 тисяч років тому, тож зараз уперше з часу розселення за межі африканської прабатьківщини нам доведеться давати раду життю в умовах демографічного застою. Згідно з оцінками ООН, станом на 2050 рік у світі житиме більше людей у віці понад 60 років, ніж у віці до 15 років. І це стосується навіть переважної частини світу, що розвивається. Нам часто до-

водиться чути й читати в новинах, що ця демографічна зміна обтяжить наші системи соціального забезпечення, а надто поставить під сумнів одне з дітищ XX століття – ідею «пенсії». Звісно, вона також створить для нас нові можливості, про які піде мова на подальших сторінках книжки. За словами Джоела Когена, демографа з Рокфелерівського університету, в цей момент часу ми «яко біологічний вид вийдемо з дитинства чи юності».

Кожна з точок перегину кривої позначає зміну в долі нашого біологічного виду: ми відродилися, переживши майже повне вимирання, щоб потім заселити весь світ і пережити період експоненціального зростання, що почалося 10 тисяч років тому, – і кожна з цих віх залишила свій слід на наших генах і культурі. А наступного сторіччя нам доведеться відвикнути від стрімкого демографічного зростання і змиритися зі стабільнішим станом, а може, навіть спадом. Як це вплине на наш вид, звиклий до експансії та завоювання?

Втім, наразі нас цікавить Великий Вибух – стрімке зростання чисельності людського населення, яке супроводжувало наш перехід до сільськогосподарського трибу життя. Часовий поріг 10-тисячолітньої давнини цікавий для нас тим, що, згідно з генетичними відкриттями Джонатана Причарда, він збігається з періодом, коли люди зазнали посиленого добору. Ми модифікували тварин і рослин, які давали нам змогу створювати аграрні суспільства, але, судячи з генетичних даних, вони модифікували нас навзаєм.

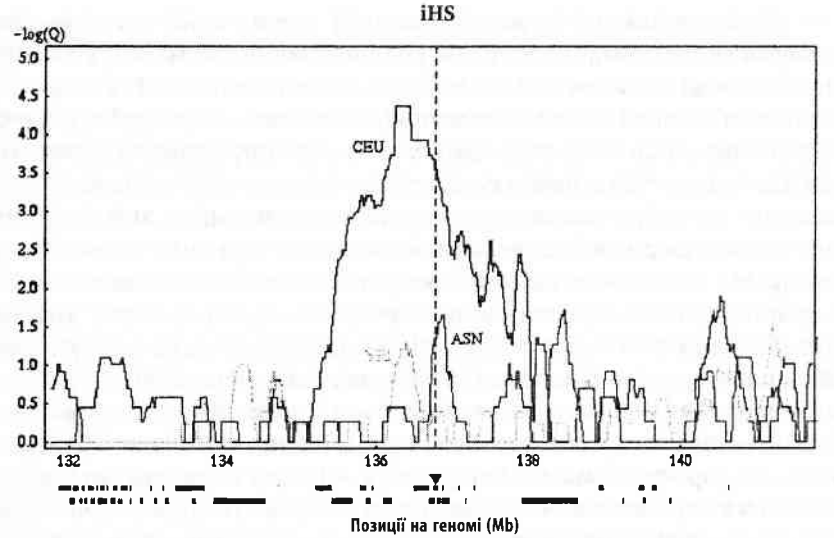
ПРОСІЮЮЧИ ГЕНЕТИЧНИЙ ОСАД

Отримані Джонатаном Причардом результати не тільки вказують на відтинки наших хромосом, які зазнали добору протягом останніх 10 тисяч років, а й дають вказівки на конкретні гени, розміщені на цих відтинках, які стали мішенню добору. Зазвичай відтинок, на якому почастішали зміни, містить від одного до кількох генів, тож, відштовхуючись від їхнього розташування, можна зробити висновок, який саме з них був справжнім об'єктом добору. Загальне правило таке: що ближче до середини відтинку розташований ген, то вища ймовірність того, що саме він був першорядним елементом, який зазнавав добору на даній ділянці хромосоми. Порівнявши цей ген із переліком генів, які виконують відомі нам функції (а це один із побічних результатів Проекту геному людини), можна здогадатися, заради якої функції він добирався – а отже, з'ясувати, яка сила здійснювала добір.

«Найпотужніший [функціональний] вплив, який ми виявили, стосувався пігментації шкіри, – розповів мені Джонатан, коли ми перейшли до обговорення типів генів, які добиралися. – П'ять різних генів, пов'язаних із пігментацією шкіри, виказали сліди добору серед європейців». Ось чому європейці мають світлішу шкіру за африканців. Ця ознака була дібрана серед європейського населення відносно недавно, що добре узгоджується із давнім твердженням антропологів про те, що людина спочатку розвивалася в Африці і мала темну шкіру. Ми частково втратили темну пігментацію, доки виселялися з тропіків у вищі широти, де нижчий рівень ультрафіолету змусив нас частково позбутися темної пігментації, щоб дати змогу глибшим шарам шкіри синтезувати достатню кількість вітаміну D – а з цим завданням вони можуть впоратися, лише під дією достатньо інтенсивного ультрафіолетового випромінювання. Головна причина того, що європейці мають бліду шкіру, – і одна з причин того, що в декого з нас світле волосся – полягає в тому, що нашим стародавнім пращурам потрібно було виробляти вдосталь вітаміну D, щоб кістки могли витримати крайні умови північного життя. Мене вразило, що Джонатанів аналіз, який проводився над усім геномом, виокремив саме цю закономірність, не маючи ніякісінького зв'язку з відповідною антропологічною гіпотезою, адже дослідники спеціально не шукали генів, які могли би добиратися через колір шкіри. Тоді я запитав його, який окремо взятий ген у людському геномі зазнав найсильнішого добору, маючи на увазі не функціональний клас генів на кшталт тих, що пов'язані з пігментацією, а окремо взяте місце в людському геномі, яке пережило найдокорінніше перетворення під дією природного добору.

«Лактаза подає найпотужніший, найвловиміший сигнал», – відповів він, повернувши до мене монітор із графіками добору, які викладені для загальному доступу в Інтернеті (http://hg-wen.uchicago.edu/selection/index.html). Лактаза – це фермент, який дає людині змогу перетравлювати лактозу, тобто молочний цукор. Без нього лактоза проходить через наш травний тракт без засвоєння, що призводить до дискомфортних симптомів, відомих як нестерпність лактози. Людські малюки мають функціональну версію лактазного гена, завдяки якому вони живляться материнським молоком, що складає переважну частину їхнього харчового раціону. Але в багатьох людських популяціях цей ген «вимикається» під кінець дитинства, позбавляючи дорослих здатності перетравлювати лактозу.

Проте між 10 і 8 тисячами років тому мешканці Близького Сходу одомашнили козу й корову. Ці тварини забезпечили нашим пред-



Малюнок 3. Графіки інтегрованої оцінки гаплотипу (iHS) на ділянці довкола лактазного гена для трьох популяцій, представлених у «Гаплокарті»: CEU = європейці, YRI = африканці (народ йоруба), ASN = азійці (китайці та японці). Примітно, що прояви посиленого добору помітні тільки в європейської популяції. Джерело: http://haplotter.uchicago.edu/

кам постійний доступ до живого м'яса, а також давали щедрі обсяги молока – поживного, стерильного (якщо його правильно збирати) джерела їжі. Вочевидь, для мешканців Близького Сходу та їхніх нащадків, які занесли кіз і корів до Європи, молоко стало додатком до харчового раціону, який давав перевагу порівняно з іншими людьми. З плином часу у популяціях, які пили молоко, поширилася мутація, яка підтримувала активність лактазного гена навіть після закінчення дитинства. В наш час понад 90% європейців мають цей генетичний варіант, тоді як більшість африканців (за винятком скотарських народів) і азійців, у яких молоко ніколи не становило важливого компонента харчування, в дорослому віці нестерпні до лактози. Інші дослідники, які незалежно вивчали цю дивну рису, також зафіксували серед європейського населення посилений добір стерпності до лактози, тим самим підтвердивши обґрунтованість Причардового аналізу.

Відтак стала очевидною вся краса проведеного дослідження. Замість того, щоб зосереджуватися на окремих генах, які виконують потенційно корисну функцію, як-от виробництво лактази, і намагатися знайти в них докази добору в минулому, Причардів новатор-

ський метод пропонував вільний від гіпотез підхід. У ньому просто ставилося запитання, де на нашому геномі є сліди добору, а вже потім робилися спроби знайти гени, які могли пояснити виявлену статистичну закономірність – такий собі підхід наосліп до вивчення еволюції, який став можливим лише завдяки гігантським технологічним стрибкам, зробленим у результаті Проекту геному людини. Разом із тим це дослідження показало, наскільки біологія, зокрема генетика, перетворилася на обчислювальну галузь науки, в якій значна частина дослідної роботи проводиться за комп'ютерними моніторами й клавіатурами, а не за лабораторним столом. Коли я в 1980-ті роки вступав до магістратури за спеціальністю «Генетика», обмежувальним чинником будь-якого дослідного проекту була банальна спроможність зібрати достатньо даних для перевірки гіпотези. Зараз же дані ринули, наче вода із брандспойта, тож найскладнішою частиною дослідження стало їх тлумачення та розробка багатьох гіпотез, які могли би пояснювати виявлені статистичні закономірності.

Я поцікавився в Джонатана, чи знайшлися ще якісь цікаві типи генів, які містили докази добору. Він відповів ствердно: так, таких було чимало, пов'язаних із засвоєнням їжі. Ген алкогольної дегідрогенази, яка дозволяє організму розщеплювати алкоголь, що міститься в будь-якому випитому келиху вина чи кухлі пива, містив сліди посиленого добору. Те саме стосується генів, пов'язаних із засвоєнням цукрів і жирів. Він припустив, що, як і у випадку з лактазним геном, ці гени зазнавали добору, доки людство переходило до сільськогосподарського способу життя протягом останніх 10 тисяч років. Цікаво, що посиленого добору зазнавали кілька генів на цитохромному генетичному відтинку P-450 хромосоми 1. Ці гени впливають на формування печінкової тканини, а отже, причетні до розщеплення чужорідних для організму сполук, як-от медикаментів. Можливо, нові джерела їжі викликали появу нових хімічних сполук у нашому раціоні, які потребували нових версій таких «очисних» генів для нейтралізації.

Наостанок Джонатан захотів поговорити про частковий збіг між багатьма генами, які містять сліди добору, та генами, причетними до комплексних людських хвороб, як-от гіпертонії й цукрового діабету. Приміром, гіпертонія – це радше опис симптому (підвищений кров'яний тиск), аніж конкретна хвороба. Гіпертонія може мати багато причин, тож комплексність цієї «хвороби» ускладнює розмежування генетичних чинників і способу життя серед її причин. Одним із найліпше вивчених різновидів гіпертонії є так звана соляна

гіпертонія, назва якої пов'язана з тим, що в деяких людей тяжкість підвищеного кров'яного тиску тісно пов'язана з кількістю солі в їхньому раціоні. Близько половини людей із підвищеним кров'яним тиском солечутливі. Одним із генів, причетних до соляної форми гіпертонії, є CYP_3A, розміщений на вищезгаданому цитохромному генетичному відтинку P-450. Причардів аналіз показав, що цей ген зазнав посиленого добору в останні 10 тисяч років. Далі ми обговорили ще кілька прикладів, а потім я запитав його, чому те, що у минулому добиралося заради *позитивної* функції, може бути причетним до *негативного* наслідку на кшталт хвороби.

«Найпростіше пояснення полягає в тому, що [варіант] гена, якому добір віддав перевагу, міг виконувати захисну функцію», – пояснив він. Тобто цей варіант запобігав хворобі в людей, які його мали. В цьому є сенс: наприклад, у процесі нашої адаптації до зростання кількості споживаних калорій, отримуваних завдяки новому сільськогосподарському трибові життя, цілком міг добиратися варіант, який захищав від цукрового діабету або пороку серця. «Натомість, згідно зі складнішим сценарієм, те, що ми зараз називаємо хворобами, є наслідком нашого середовища. Якщо ваш фенотип, – тобто форма експресії генів, – пристосований до суворого довкілля, в якому бракує джерел їжі, ваш організм намагається якнайефективніше нагромаджувати поживні речовини, але якщо потім населення переходить до сільськогосподарського трибу життя й ви починаєте споживати поживні речовини тоннами, в такому разі для організму було би вигідніше не згромаджувати [поживні речовини] настільки дбайливо». Ця думка не нова: ще в 1960-ті роки американський генетик Джеймс Ніл припустив, що деякі неінфекційні хвороби сучасних людей, зокрема цукровий діабет, кореняться в переході від мисливсько-збиральницького трибу життя до багатого на харч середовища, в якому жило рільниче населення і в якому гени, котрі давали змогу нашим далеким предкам ефективно нагромаджувати поживні речовини, вже не забезпечували переваг. Інакше кажучи, генетичний варіант, який давав добрий результат у колишньому середовищі, в новому середовищі став шкідливим. Джонатан зазначив, що було знайдено приклади цього, скажімо, гени, пов'язані з цукровим діабетом, у випадку яких вразливий до хвороби варіант є анцестральним, тобто давнішим. Саме це й передбачала модель Ніла.

Загалом у мене склалося переконане враження, що перехід від мисливства й збиральництва до осілого рільництва справив значний вплив на нашу ДНК. Він не тільки зумовив добір багатьох потен-

ційно позитивних змін, як-от світлішої шкіри в північних широтах і збереження в дорослому віці функції розщеплення лактози у популяцій, які споживали тваринне молоко, а й викликав деякі на позір негативні наслідки. Великий Вибух людського населення був настільки могутнім розривом із нашим минулим, що спричинив випадіння генетичного осаду, який досі можна запримітити. Це нагадало мені про інший цікавий факт, про який я дізнався кілька років тому, проводячи дослідження в рамках роботи над своєю першою книжкою.

ЧОМУ МИ ЗРОБИЛИ ЦЕЙ КРОК?

Згідно з одним із великих міфів, які огортають розвиток людської культури за останні 10 тисяч років, життя невпинно покращувалося, коли ми переходили від мисливсько-збиральницького існування до того піднесено-величного становища, в якому живемо зараз. Чимало людей гадають, що життя наших далеких пращурів було, цитуючи Томаса Гобса, «самотнім, бідним, безпросвітним, тупим і коротким»*. Пізніше рільництво й державна влада – ця нерозлучна пара, про яку поговоримо в наступній частині, – принесли очевидні переваги, які незрівнянно покращили життя людей. Кількісний вибух людського населення, що почався 10 тисяч років тому, вважається числовим проявом позитивних наслідків вирощування їжі, вигід нового трибу життя, виражений у ростучій кількості щасливих рільників. Насправді ж такі уявлення надзвичайно далекі від істини.

Антрополог Джон Лоренс Ейнджел 1984 року опублікував працю, яка стала класикою. В ній він проаналізував залишки скелетів людей, які жили в Східному Середземномор'ї до та після переходу до агрокультури. Він обстежив багато скелетів із кожного періоду, звертаючи увагу на зуби (за допомогою яких можна розрахувати вік індивіда на момент смерті), а також на зріст та «індекс глибини тазового входу» – обидва показники вимірюють рівень здоров'я індивіда. Зібравши результати в одну таблицю, він одержав несподівану картину (табл. 1).

Середня тривалість життя мисливців-збиральників палеоліту становила у чоловіків 35,4 років, а у жінок – 30,0 років. Коротша тривалість життя жінок була результатом ускладнень при пологах.

---

* Цит. за: Гоббс Томас. Левіафан, або Суть, будова і повноваження держави церковної та цивільної / Пер. з англ. Ростислав Димерець та ін. – К.: Дух і літера, 2000. – С. 153.

Таблиця 1

Період історії	Індекс глибини тазового входу у % (що вищий, то краще)	Середній зріст		Медіанна тривалість життя	
		Чоловіки	Жінки	Чоловіки	Жінки
Палеоліт (30 тис. – 9 тис. років до н.е.)	97,7	177	167	35,4	30,0
Мезоліт (9 тис. – 8 тис. років до н.е.)	86,3	173	160	33,5	31,3
Ранній неоліт (7 тис. – 5 тис. років до н.е.)	76,6	170	156	33,6	29,8
Пізній неоліт (5 тис. – 3 тис. років до н.е.)	75,6	161	154	33,1	29,2
Бронзова і залізна доба (3 тис. – 650 років до н.е.)	81,0	166	154	37,2	31,1
Еллініcтичний період (300 рік до н.е. – 120 рік н.е.)	86,6	172	157	41,9	38,0
Середні віки (600–1000 роки н.е.)	85,9	169	157	37,7	31,1
«Бароко» (1400–1800 роки)	84,0	172	158	33,9	28,5
XIX століття	82,9	170	158	40,0	38,4
Кінець XX століття (США)	91,1	174	163	71,0	78,5

За цим показником жінки поступалися чоловікам аж до останнього сторіччя, коли досягнення медицини вможливили безпечніші пологи й поміняли місцями статі за тривалістю життя. Привертає увагу те, що протягом неоліту, коли населення переходило до сільськогосподарського трибу життя, а надто протягом пізнього неоліту, коли перехід завершився, тривалість життя як чоловіків, так і жінок істотно знизилася – до 33,1 років (чоловіки) та 29,2 років (жінки). Ще більше вражає той факт, що показники здоров'я також різко впали. Зріст чоловіків зменшився з палеолітичних 177 см до пізньонеолітичного 161 см, а тазовий індекс упав на 22%. Люди не тільки стали помирати в молодшому віці, вони помирали з гіршим здоров'ям. Цю тенденцію не можна відкидати як артефакт, специфічний для того конкретного населення, яке обстежував Ейнджел,

позаяк схожі тенденції було виявлено в Америці. Загалом ці дані свідчать, що перехід до сільськогосподарського трибу життя погіршив здоров'я людей.

Призвівши до колосального зростання кількості людського населення, сільське господарство, певна річ, давало якусь величезну перевагу людству. То як же пояснити це грандіозне збільшення кількості людей та піднесення сільського господарства, яке майже суцільно заступило мисливство й збиральництво в кожному залюдненому кутку світу, якщо воно не покращувало наше життя? Лише в XX столітті спостерігається вагоме зростання тривалості життя, але навіть зараз наш тазовий індекс досі менший, ніж був у наших палеолітичних пращурів. Критично поглянувши на числа в Таблиці 1, будь-який еволюційний біолог заявив би, що мисливці-збиральники мали щонайменше 22-відсоткову перевагу за здоров'ям над неолітичними рільниками, що дозволяло їм перемогти за іграшку в змаганні природного добору. Чому ж вони програли?

Як побачимо в наступній частині, історія перемоги агрокультури в цьому вікодавньому змаганні непроста. Вона супроводжувалася надзвичайними змінами в нашому трибі життя – і не тільки у зв'язку зі спричиненим нею кількісним зростанням людства, а ще й через те, що вона позначила розрив із нашим минулим, рівного якому не було в еволюції жодного організму. Займаючись мисливством і збиральництвом, наш вид жив так само, як будь-який інший – у покорі перед примхами природи, яка давала йому їжу й воду. Розвинувши сільське господарство, ми ухвалили свідоме рішення змінити довкілля відповідно до своїх потреб. Не вдовольнившись роллю пасажира, ми зайняли місце водія. Перша людина, яка посадила насіння десь на Родючому півмісяці 10 тисяч років тому, привела в рух події, які їй годі було уявити, навіть давши волю уяві. Наша наступна зупинка – зрозуміти, як і чому сходи цього насіння заполонили весь світ.

ЧАСТИНА ДРУГА

Паростки нової культури

Перший рільник був першою людиною, і відтоді вся велич історії ґрунтувалася на володінні й користуванні землею.

Ральф Волдо Емерсон,
«Суспільство й самотність»

Сила зростання населення безмежно вища за силу землі давати засоби для прожиття людини.

Томас Мальтус,
«Дослідження закону народонаселення»

СТАВАНҐЕР, НОРВЕГІЯ

«Кожен грам цієї речовини – на вагу золота», – мій провідник перекрикував гул двигуна нашого човна. Ми перетинали Йосенф'йорд, що в західній Норвегії, прямуючи до місця, де мали побачити технологічні дива сучасного сільського господарства. В далечині за кільватером берегові скелі зростались з водним плесом, борючись і зливаючись із ним – неначе зчепившись у якомусь прадавньому двоборстві. В одному місці звитягу здобувала земля, де в небо здіймалася сторчова гранітна стіна фіорду, тоді як деінде верх брало море, накочуючись на низький берег якогось пологого острова. Оскільки сіре небо майже цілий рік посипає землю дощем, а темні зимові дні ще сильніше стирають межу між землею і водою, можна зрозуміти тих, хто уявляє життя норвежців земноводним. Наче Атлантида в мить погибелі, зависнувши над і під водою, західна Норвегія та її триб життя невіддільно пов'язані з океаном.

Не дивно, що вікінги-грабіжники, які своїми наскоками тримали в страхові значну частину Північної Європи, вирушали саме звідси, або що вони зуміли дістатися до Америки за сотні років до Колумба: море було в них у крові.

Тримаючи невеличку пробірку з астаксантином, Тор Андре Їскеєрде пояснював, як за допомогою цієї речовини можна отримувати яскраво-рожеве філе вирощеного в рибному господарстві лосося. Кольором свого філе дикий лосось завдячує харчовому раціону, який складається із дрібних крилів та мікроводоростей, багатих на кольорові каротиноїди, проте цей корм непросто запасати й використовувати для відгодівлі в рибгоспах, тому замість неї використовується штучний інгредієнт. Може, Тор Андре дещо перебільшував, говорячи про його ринкову вартість, але не настільки, як здається. Астаксантин коштує так дорого, пояснив він мені, бо компанія, що його виробляє, досі володіє патентом на виробничий процес, а виготовляється він із побічних продуктів нафтопереробки за допомогою складних хімічних реакцій. Атлантичний лосось, який раніше був доступний тільки рибалкам, що зумовлювало його історично високу ціну на ринку морепродуктів, сьогодні повсюдніший на магазинних полицях за своїх диких родичів. Кольорова хімічна добавка спокушає споживача думати, нібито він їсть ту саму рибу, яку його прадіди виловлювали в гірських струмках Шотландії, а її вартість додає майже 25% до ціни корму для годівлі лосося.

В крижаних водах норвезьких фіордів компанія «Marine Harvest» та її материнська компанія «Nutreco» з Голландії проводять дослідження, які можуть змінити наше харчування (відтоді компанія «Marine Harvest» була продана норвезькій компанії «Pan Fish»). Серед усіх видів, які люди одомашнили за останні 10 тисяч років, найважче було приручити морські. Фактично лише в останні сто років ми досягли перших успіхів на цьому поприщі. Виробництво морепродуктів до сих пір підпорядковується диктату перепадів чисельності диких популяцій. Хоча на суші ми здавна виробляємо харч, на морі досі залишаємося мисливцями-збиральниками.

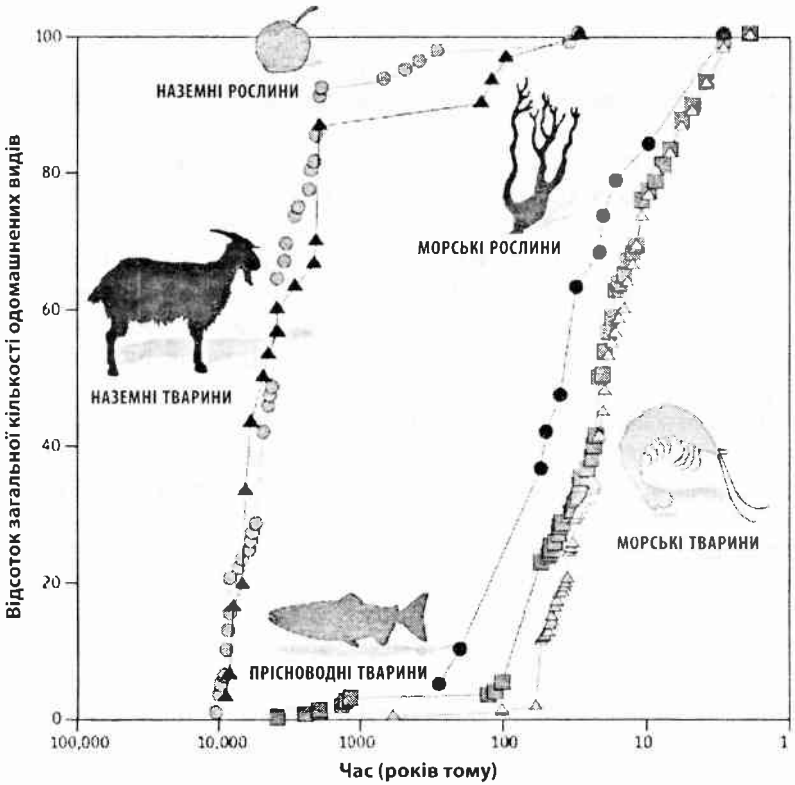
Проте науковці, які працюють на «Marine Harvest», задумують майбутнє, в якому значне місце посідатиме аквакультура (розведення водних видів для харчового споживання), яка не обмежуватиметься лососем, а поширюється на такі види, як тріска, палтус і тунець. Саме так: тунець. Його розводять на прибережних ранчо східної частини Австралії, на яких австралійські «ковбої» затягують рибу в човни, хапаючи її за зябра і перевертаючи на спину, щоб рибина

тимчасово втратила змогу рухатися. Проте загалом аквакультура – переважно осіла і дуже наукомістка справа.

Така справа вимагає величезних інвестицій. «Nutreco» була частиною «British Petroleum» перед тим, як у 1994 році виділилася в окрему компанію. Її працівники розкидані по всьому світу. Серед них – десятки науковців, в дослідження яких компанія щороку інвестує десятки мільйонів доларів, щоб вивести кращі породи риби для розведення. Ясна річ, такий ризик має сенс лише в тому разі, коли з нього можна отримати прибуток. А прибуток і справді є: одна з побачених мною в Норвегії загорож для риби містила палтуса більш ніж на $15 мільйонів, якщо рахувати за поточною ринковою ціною. І це була дрібна експериментальна загорожа. Тож йдеться не про присадибний промисел.

Аквакультуру започаткували дві тисячі років тому в Китаї, де місцеве населення після повеней утримувало коропів у штучних озерах. Риба, яку годували кормом, що складався із екскрементів шовкопрядів – своєрідна стародавня версія промислової переробки відходів, – забезпечувала постійне джерело харчу для ростучого сільського населення Китаю. Те саме робили полінезійці на Гаваях, будуючи ставки-сажалки, в яких тримали рибу яко доступне джерело білків, а також середньовічні європейці, котрі розводили коропів, щоб задовольняти попит населення на рибу, коли католицька церква збільшила кількість свят, на які заборонялося споживати м'ясо (риба яко холоднокровна істота не вважалася м'ясом). Проте вирощуваного коропа згодом замінила дикорослa тріска, яку в великих кількостях виловлювали біля багатих берегів Північної Америки, оскільки покращення морехідних і консерваційних методів дало поштовх цьому виду міжнародної торгівлі сільськогосподарськими виробами, одному з найприбутковіших у ранньомодерному світі. Розведений короп швидко став зайвим, коли в Європу ринув потік виловленої дикорослої тріски.

За винятком цих кількох поодиноких ранніх спроб, аквакультура – переважно феномен останнього сторіччя. Більша частина нашого харчового раціону – хай він здебільшого складається з пшениці, рису, яловичини, картоплі чи будь-якого іншого продукту з неводних рослин чи тварин, який люди споживають, – отримується від біологічних видів, одомашнених тисячі років тому на ранніх стадіях Неолітичної революції. Риба і меншою мірою водорості здебільшого одомашнені недавно: 97 % із них після 1900 року, з яких майже четвертина – лише в останнє десятиліття. Аквакультура, поза сумнівом, – це нова революція, яка розгортається на наших очах.



Малюнок 4. Графіки темпів одомашнення рослин і тварин за останні 10 тисяч років. Майже всі водні види було одомашнено протягом минулого сторіччя. Джерело: *Science* 316: 382–383 (2007). Використано з дозволу AAAS

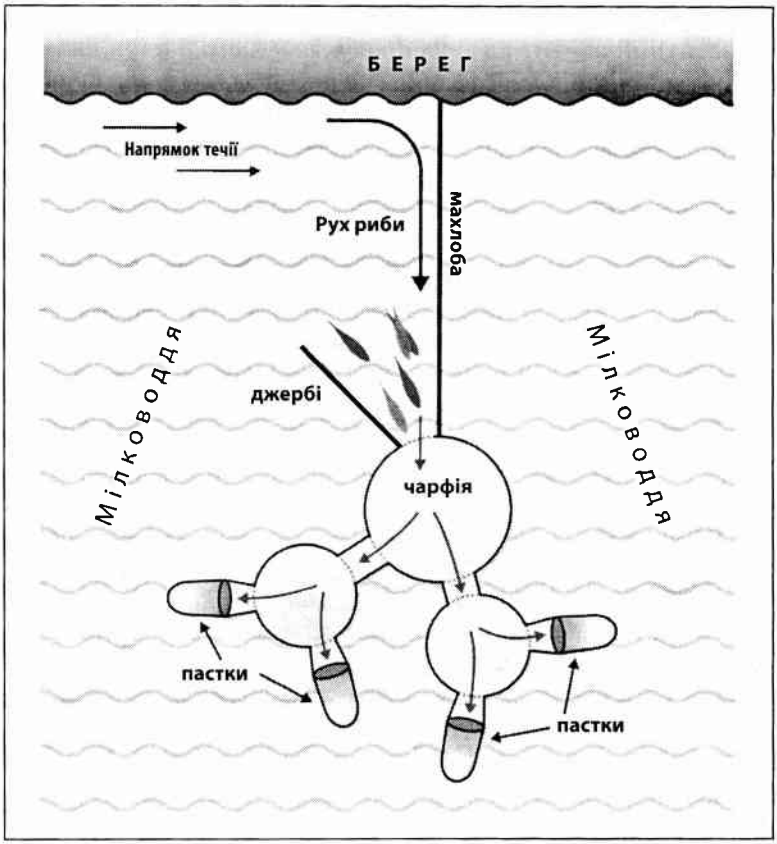
Я прибув до Ставанґера, щоб зрозуміти, як «Marine Harvest» та інші компанії здійснюють цю революцію в забезпеченні людства харчами, і дізнатися, як і чому біологічні види взагалі одомашнюються. Побачивши на власні очі сьогоденний аналог Неолітичної революції, я почав краще уявляти події, що відбулися 10 тисяч років тому. Революція в аквакультурі, що триває вже століття, відбувається завдяки ретельному застосуванню наукових рекомендацій, вироблених на основі вивчення біології відповідних видів. Це дуже високотехнологічна справа, в якій обачно застосовується інформація, зібрана в таких різних наукових дисциплінах, як екологія, генетика, хімія й агрономія, та освоюються величезні фінансові інвестиції. Як виявилося, стимулом для такого колосального зосередження ресурсів є не просто науковий інтерес – воно викликане необхідністю.

ПОРОЖНІ НЕВОДИ

За тридцять кілометрів від Туніського узбережжя на відстані годинної плавби поромом від промислового міста Сфакс із його фосфатними заводами та гамірними кварталами лежать острови Керкена, ніби якийсь загублений світ, геть далекий від XXI сторіччя. Як багато інших острів'ян із інших частин світу, тамтешні мешканці рухаються неквапно, а їхній день підпорядковується повільному годиннику припливів та відпливів. Керкенські чоловіки славляться своїми рибальськими уміннями, тому багато з них у минулому покидали домівку, щоб працювати на рибальських човнах у середземноморських глибоководдях. Ті ж, хто віддавав перевагу дому, дотримувалися значно давнішої традиції.

Острови лежать на мілководді, багатому на водорості, що створює ідеальні умови для розмноження середземноморської султанки та морського окуня. Завдяки мілині від берега можна зайти вбрід на цілих півтора кілометри – складається враження, що все море можна перетнути вбрід. Мілина також означає, що під час різних зледенінь, коли падав рівень моря, острови сполучалися з Африканським материком. Саме вона спонукала населення островів розвинути надзвичайно ефективний метод риболовлі.

Спираючись на знання про течії, які проходять поруч із узбережжям, а також про поведінку різних видів риб, яких вони ловлять, кенкенські рибалки не користуються ні гачками, ні сітями. Натомість вони заганяють рибу в пастки завдяки складній і винятково відлагодженій системі, яка розвивалася впродовж тисячоліть. Свіжозрізані пальмові гілки (вайї) встромляють у піщане дно, розміщуючи їх щільним рядом. Так створюється довга водопроникна загорожа, що називається «махлоба» і впоперек перетинає панівну течію. Цей частокіл невимушено спрямовує рибу в вигрібну пащу, як явори ведуть «ситроени» й «рено» сільськими дорогами Франції. Пастка сама собою складається з низки щоразу менших камер, аналогічним чином огороджених пальмовим гіллям. Вхід у першу камеру утворюється великим частоколом, який називається «джербі» і лежить під кутом 60° до головного частоколу («махлоби»). Він спрямовує рибу у вузький прохід. Коли риба опиняється в цьому коридорі, її доля передвизначена, бо втекти звідти неможливо. Рибалки називають цю першу круглу камеру «чарфія», або «вітальня». Риба, яка потрапляє в неї, майже не має шансів заново знайти вхід. Її становище ускладнюється додаванням кількох виходів із «вітальні», які ведуть у ще менші камери, найменша з яких має вихід у великі кошики. Рибалки перевіряють і розвантажують ці кошики двічі на день.



Малюнок 5. Пастка для риби, яка використовується на островах Керкена (Туніс). Два ряди щільно розміщених пальмових гілок («джербі» та «махлоба») спрямовують рибу в камеру («чарфію»), з якої вона кінець кінцем потрапляє в пастки

Можливо, цей метод не такий активний, як інші – а надто, ніж руйнівне прогрібання морського дна європейськими рибалками, яке виснажує керкенські популяції морських видів, – але він залишає рибалкам чимало вільного часу. Навіть беручи до уваги два тижні, які йшли на ретельне конструювання нової пастки, керкенцям лишалося вдосталь часу, щоб насолоджуватися ароматом троянд. У наші дні армованих кевларом і зміцнених титаном дивоматеріалів пальмовому гіллю віддають перевагу через те, що воно, гниючи, не викликає підозр у риби. Його доводиться міняти частіше, але це саме той випадок, коли дідівські методи спрацьовують краще:

риба здебільшого уникає синтетичних пасток. Проте сучасний світ має ненаситний апетит на морепродукти, а його наступ на корінне населення Керкен підриває традиційні рибальські методи останнього яко способу добування засобів до прожиття. Двадцять років тому зазвичай із однієї пастки щодня виймали близько 70 кілограмів риби; сьогодні рибалки радіють десятій частині колишнього вилову. Молодші чоловіки, які найнялися на італійські рибальські човни, надсилають додому конче потрібні гроші зі своєї платні, щоб підтримати залишену вдома родину. Інші ж, котрі мають підприємницький хист, повідкривали ресторани й крамнички, розраховуючи на нову туристичну галузь – як на глум, цю галузь годують люди, які пориваються вирватися саме з того світу, який загрожує Керкенам знищенням тамтешнього традиційного трибу життя.

Можливо, керкенські рибальські методи занесли на острови фінікійці – представники середземноморської торговельної імперії I тисячоліття до н. е., які збудували стародавній Карфаген, що лежав відразу на північ від Керкен там, де зараз стоїть столиця Тунісу. Аналогічні методи застосовуються на західному узбережжі Сицилії для вилову тунця під час міграції. Цей промисел увінчується щорічним весняним святкуванням, яке називається «матанза»: рибу заганяють у дедалі менші загорожі з сіток, а потім забивають кийками. Проте, як і у випадку з керкенськими методами, за останні кілька десятиріч обсяги вилову стрімко впали, тому сьогодні «матанза» стала більшою мірою виставою для туристів, аніж продуктивним рибальським методом.

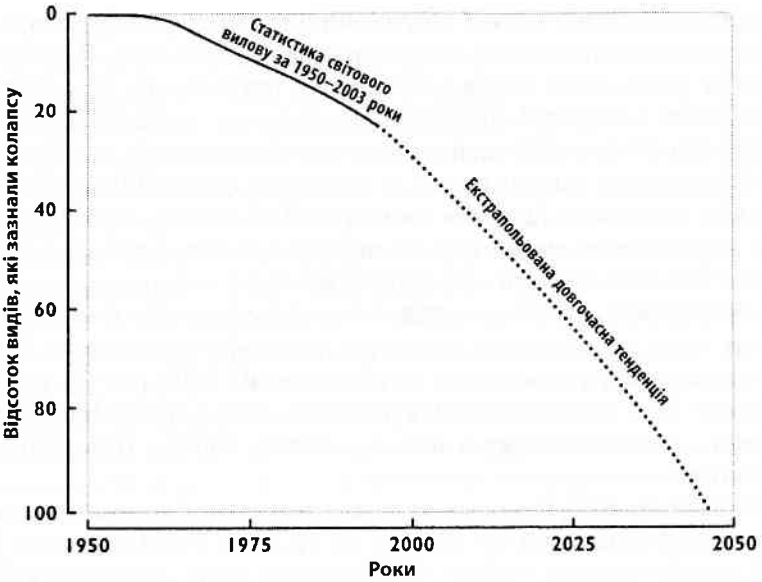
Вилов риби – єдине мисливське заняття, яке сучасний світ практикує у великих масштабах. Хоча зусилля «Marine Harvest» та інших аквакультурних компаній спрямовані на одомашнення, вирощена риба на сьогодні становить лише четвертину всієї риби, яка споживається в світі. Значну частину риби виробляє Китай, де корона досі розводять у прісноводних ставках. Натомість більшу частину риби впольовують у морі, користуючись знаряддями – сітями, вудками й гачками, – які істотно майже не змінилися впродовж тисяч років. Близько сорока мільйонів американців вважають себе рибалками, що втричі більше за мисливців. Хоч як багато всього змінилося відтоді, як ми близько 10 тисяч років тому почали вирощувати собі їжу, а рибальство й досі значною мірою залишається на досільськогосподарському рівні розвитку.

Проте цей споконвічний підхід до природи змінюється з тих самих причин, що керкенські ловці зрікаються своїх дідівських методів. Надмірний вилов сильно скоротив чисельність диких популяцій

риби, ставши на перешкоді збереженню цього стародавнього пережитку нашого мисливсько-збиральницького минулого. Починаючи з 1980-х років, коли вилов риби сягнув історичного піку, чисельність диких популяцій головних промислових видів риби стрімко падала. Багаті Великі береги – просторе мілководдя біля узбережжя Ньюфаундленду, яке, можливо, й заманило європейців у Північну Америку задовго до Колумба – вичерпані настільки, що в 1995 році було впроваджено мораторій на подальший вилов тріски в цьому місці. У Північному морі біля берегів Британії цей вид проголосили «у комерційному плані вимерлим» – ловити його вже немає фінансового сенсу, хоч останнім часом він почав відновлюватися. Згідно з нещодавнім дослідженням, опублікованим 2003 року в журналі «Science», 29% рибних місць у відкритих водах перебувають у стані колапсу, а обсяги вилову в них становлять менше 10% колишніх показників.

Стає зрозуміло, що щось негаразд зі станом Світового океану – і цього разу негаразди наскочили, як на глум, у той час, коли їсти рибу людей спонукає турбота про здоров'я і коли споживання цього продукту зростає. За останні тридцять років у США та європейських країнах споживання риби зросло десь на третину під впливом усвідомлення користі, яку несе для здоров'я омега-3 – довголанцюгові жирні кислоти, які відіграють вагому роль у запобіганні великій кількості хвороб від пороку серця до старечого слабоумства, а також під впливом бажання споживати тваринний білок із низьким умістом насичених жирів і пропаганди низькокалорійного харчування лікарями. Разом із тим споживання яловичини й свинини знизилося. Ясна річ, потрібно вживати заходів, щоб пропозиція зростала – саме цим і займається «Marine Harvest» та її конкуренти. Розводячи рибу в неволі, ми зможемо забезпечити майже невичерпну пропозицію. Якщо чимало ранніх спроб розведення риби породжували великі обсяги відходів і призводили до занепаду навколишніх диких популяцій, сучасні методи значно охайніші й безпечніші для довкілля. З наведених на графіку даних безсумнівно окреслюється один висновок: цей останній пережиток нашого мисливсько-збиральницького минулого невдовзі буде замінений аквакультурою – іншого виходу немає.

Чи була потреба компенсувати близькі до вичерпання харчові ресурси природи головною спонукою для людей на світанку неолітичної доби? Чому мисливці-збиральники в епоху, коли не існувало зеленого уявлення про економічний зиск, започаткували агрокультуру? А надто важче стає пояснити перехід до агрокультури в світлі



Малюнок 6. Поточні й прогнозовані втрати цінних промислових морських видів. Під «колапсом» розуміється спад вилову на 90% порівняно з довгочасним середнім показником

даних із першої частини книжки, які засвідчили, що ранні рільники жили менше, а здоров'я мали гірше за своїх сусідів, котрі й далі займалися мисливством і збиральництвом. Що спонукало перших агрореволюціонерів вкладати час і ресурси у вирощування пшениці та інших злаків, яке швидше заганяло їх у могилу?

У книжці «Подорож людини» я висловив припущення, що певну роль могла відіграти колективна пам'ять. Із того часу, як було посіяно сім'я агрокультури, зросла ймовірність, що повернення назад від нового рільничого ладу до колишніх мисливсько-збиральницьких порядків не буде. «Чи *ви* захотіли би власноруч виготовляти кам'яні знаряддя й полювати на дичину, щоб поїсти?» – писав я хай несерйозно, але, мабуть, не далеко від істини. Проте це ще не все: крім пряника, був ще й батіг. Перші рільники, вочевидь, потрапили в безвихідну пастку епічних масштабів – ту, яка досі дограється до кінця.

ХТО ГРЕБЛІ РВАВ?

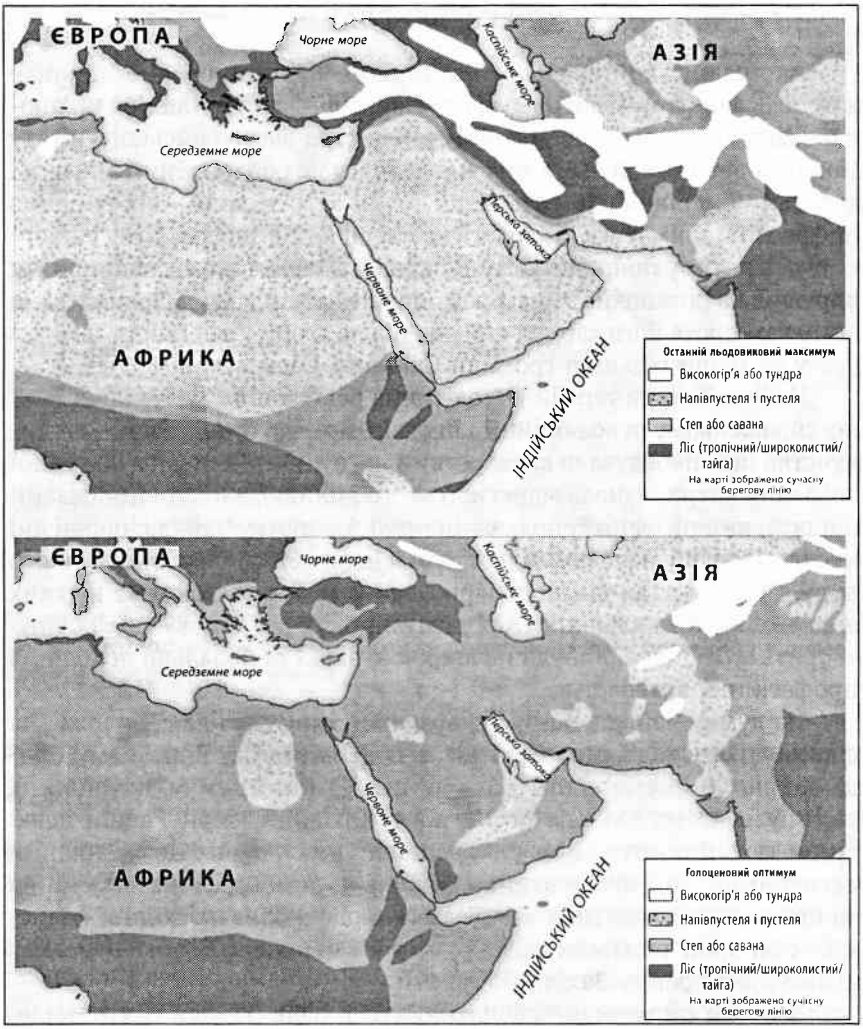
Австралійський археолог Вір Ґордон Чайлд прожив захопливе життя. Замолоду він дотримувався марксистських поглядів і працював особистим секретарем прем'єр-міністра австралійського штату Новий Південний Вельс, а також уславився як обдарований лінгвіст і затятий мандрівник. Досить пізно – аж у 1920-ті роки – він вирішив професійно займатися археологією: спершу в Единбурзькому університеті, а потім у Лондонському. В першу археологічну експедицію він вирушив на розкопки Скара-Брей, що на шотландських Оркнейських островах, проте його кар'єра стрімко пішла вгору, коли Чайлд звернув увагу на ранні рільничі громади Східного Середземномор'я.

Чайлд створив термін «Неолітична революція», розуміючи її як по-справжньому революційний перехід. Все, що було до неї, – це дикунство (яке передувало варварству в його лінійній схемі культурної еволюції, котра зазнала марксистського впливу), а плоди цивілізації виросли вже після цієї епохальної події. На думку Чайлда, перші дні неоліту були визначальним пунктом в нашій історії яко біологічного виду. Свої погляди він популяризував у книжках, зокрема в таких відомих, як «Стародавній Схід у світлі нових розкопок» та «Людина творить себе», які вплинули на широкий загал та подальші покоління професійних археологів.

На думку Чайлда, одним із вузлових імпульсів для зародження сільського господарства було різке потепління на Близькому Сході наприкінці останнього зледеніння. На його думку, потепління вплинуло на те, які там росли рослинні види, спонукавши деякі групи людей почати вирощувати пшеницю і ячмінь. Цей успішний експеримент із вирощуванням викликав демографічне зростання та постання міської цивілізації. Поступово з близькосхідної колиски неолітичні рільники розселилися (й перенесли свою передову культуру) на решту Західної Євразії.

Загалом ця модель правильна, але з часів Чайлда її уточнили, з'ясувавши, що відбувалося з кліматом наприкінці останнього зледеніння. Хоча загальною тенденцією останніх 15 тисяч років було зростання середньосвітової температури, період від 15 до 10 тисяч років характеризувався раптовими потеплінням й похолоданнями. Саме в цьому безладному котлі розвинулося рільництво.

Найкраще з цих 5 тисяч років досліджено коротке зледеніння, відоме яко пізній дріас, котре тривало більше тисячі років – від 12 700 до 11 500 років тому. Назву йому дав рід невеликих рослин тундрових регіонів Скандинавії Dryas octopetala, який наприкінці



Малюнок 7. Екологічні зони Південно-Західної Азії та Північно-Східної Африки під час останнього льодовикового максимуму (18 тисяч років тому) та під час голоценового кліматичного оптимуму (8 тисяч років тому)

попереднього зледеніння був витіснений лісами у південній частині свого ареалу, але відновив позиції за прохолодних кліматичних умов пізнього дріасу. Не зовсім зрозуміло, чим було викликане повернення цієї рослини, але найправдоподібніша теорія пов'язує її повернення, хоч як це парадоксально, із раптовим розтаванням крижаної греблі в Північній Америці.

Крижаної греблі? В Північній Америці – за півсвіту від Скандинавії? Так, бо це була дуже особлива гребля. Потепління кінця останнього зледеніння викликало відступ Лаврентійського льодовикового щита, згаданого в Частині першій, із його передових позицій у штаті Ілінойс. Великі фрагменти криги, які затрималися в Північній Америці близько 13 тисяч років тому, слугували стінками озера Аґасис – велетенської прісноводної водойми, яка займала територію сьогоденної Центральної Канади. Аґасис містив воду від танення залишків більшої частини колишнього льодовика; якщо нинішні Великі озера вражають розміром, то він був титаном навіть супроти них – більшим, ніж вони разом узяті і навіть ніж штат Каліфорнія або Каспійське море.

Коли крижана гребля, яка стримувала води озера, розтанула, вода ринула назовні – та ще й дуже стрімко. Вона потекла в басейн ріки Святого Лаврентія, а звідти в північну частину Атлантичного океану. Наплив прісної води утворив своєрідний «щит» на поверхні океану, бо густина прісної води нижча ніж морської, і тим самим заблокував Ґольфстрим, який несе теплі водні маси із тропічної Мексиканської затоки в північну частину Атлантичного океану. Ця природна течія, наче велетенський обігрівач, зігрівала Західну Євразію наприкінці льодовикового періоду, що й досі робить. Саме завдяки їй у найпівденнішій точці Великої Британії – Корнволі – ростуть пальми, хоч її широта 50°, як і в канадського Вініпеґа, що на 30° північніше тропіка Рака. Коли наплив прісної води перервав рух Ґольфстриму, на Західну Євразію знову опустилися умови льодовикового періоду – це й був пізній дріас.

Поки все це відбувалося в Північній Атлантиці, мешканці Родючого півмісяця звикали до тепліших температур. Між приблизно 16 000 і 12 700 років тому цей регіон став теплішим і вологішим, що викликало географічне поширення рослинних видів, ареал яких доти обмежувався гірськими долинами із постійними джерелами води. Легкодоступність цих рослин – предків пшениці, жита і ячменю – спонукала деякі людські популяції зосередити свої зусилля на їх збиранні, бо це було рясно представлене в довкіллі висококалорійне джерело харчування. Носії натуфійської культури, яка в цей період процвітала на заході Родючого півмісяця, здебільшого займалися збиранням зерна. На відміну всіх попередніх мисливців-збиральників, ці жили невеликими осілими селами.

З найперших днів еволюції гомінідів наші предки провадили напівкочове життя. Причиною цього була непевність, притаманна становищу мисливця-збиральника: якщо харчові можливості

вичерпуються в одному місці, він спаковується і перебирається на кращі для збирання й полювання угіддя. Саме завдяки можливості раз у раз знаходити нові угіддя наші пращури впродовж останніх кількох мільйонів років кілька разів успішно виходили за межі своєї африканської прабатьківщини. Людина виду Homo erectus, яка вийшла за межі Африки 1,8 млн років тому, просто рухалася слідом за їжею. Те саме стосується людини виду Homo heidelbergensis*, котра вийшла з Африки 500 тисяч років тому і з якої в Європі розвинулися неандертальці. Ми належимо до третьої хвилі мисливсько-збиральницьких виселенців із Африки, котрі покинули прабатьківщину десь 50–60 тисяч років тому, як я докладно описав у «Подорожі людини». Протягом цієї довгої лінії еволюції ми постійно вели напівкочове життя, перебуваючи в одному місці доти, доки в ньому було що збирати, а потім рухаючись далі.

Такий стан речей почав змінюватися під кінець палеоліту – періоду, що передував неоліту, – коли всі люди були мисливцями-збиральниками. Археологічна експедиція під керівництвом Дані Наделя знайшла на території Ізраїлю біля Галілейського моря докази збирання зерна та виготовлення борошна віком 23 тисячі років. А отже, представники цієї громади жили впродовж ранньої частини періоду існування кебаранської культури, що передувала в Леванті натуфійській культурі. Кебаранці нерозривно пов'язані зі справжніми доісторичними мисливцями-збиральниками Близького Сходу – вони багато переміщувалися, сезонно переносячи свої поселення у місця, де можна було знайти їжу та воду під час прохолодної та посушливої кінцівки останнього зледеніння. Проте навіть ці кочові мисливці-збиральники усвідомили переваги збирання й молоття пшениці, хай навіть у значно менших обсягах, ніж натуфійці.

Після закінчення останнього зледеніння ареал пшениці розширився. Жити нашим пращурам стало легше; харчів, які за холодних і посушливих умов останнього зледеніння, було важко добути, раптом стало більше. Ця обставина нарешті дала змогу людям осідати в місцевостях із великою кількістю легкозбираного зерна. Збирання дикорослої пшениці давало більше калорій на кожну одиницю затрачених калорій, ніж ранні форми рільництва, тому цей злак став безцінним харчовим джерелом для натуфійців. Мало того, це був такий *вид* харчового ресурсу, який надавався до тривалого зберігання – зерно, яке в сухому вигляді можна було запасати на довгі роки. Кілька тижнів напруженого збирання дикорослого врожаю зерна

* Людина гайдельберзька (*лат.*).

восени забезпечували вдосталь пшениці, щоб годувати родину цілий рік, якщо до цього ще додати зібрані горіхи й м'ясо дичини. Життя було добрим, тож вони більшу його частину присвячували тому... тому, що зазвичай роблять люди. Вони народжували дітей.

Мисливсько-збиральницький триб життя обмежував кількість дітей через складний цикл зворотного зв'язку із довкіллям. Коли населення занадто розросталося, виникала потреба розділитися й утворити дві дрібніші групи, одна з яких зазвичай переселялася на нові мисливські угіддя. Багате на калорії довкілля Родючого півмісяця із природними полями дикорослих злаків збільшувало утримувальну здатність регіону (кількість людей, яких земля може утримати), тож людське населення реагувало відповідним чином. Натуфійські поселення цього періоду розрослися в цілі села на 150 і навіть більше мешканців, забудовані круглими в плані хатинами та ямами для зберігання харчових запасів. Це був радикальний зсув у наших відносинах із природою, який стався завдяки тому, що натуфійці могли розраховувати на стійке надходження збіжжя із замешкуваної ними території.

А потім зненацька все змінилося. Прорив греблі в Північній Америці за тисячі кілометрів від Родючого півмісяця зумовив настання пізнього дріасу, який супроводжувався поверненням холодних зим. Населення Близького Сходу наново опинилося в льодовикових часах, ба навіть у скрутнішому становищі, ніж раніше: люди не могли переселитися в зеленіші місця. Вони вклали занадто багато в свої села, а в їхніх думках занадто свіжою залишалася колективна пам'ять про кращі часи (покинути село й повернутися до злиденного життя кочовика? Неприпустимо!). До того ж, на той час, найправдоподібніше, кількість людей стала завеликою, щоб просто повернутися до життя кочових мисливців-збиральників. Натуфійці опинилися у безвиході.

Хоч назва дріасу походить від назви холодостійкої рослини, він більше заслуговує на назву, яка би відображала посушливі умови цього періоду глобального похолодання, адже саме таким був його головний наслідок для Близького Сходу. Мірою висушування ґрунтів дикорослі злаки відступали з низовин, зберігшись лише у високогірних долинах, де їм вистачало води. Натуфійцям доводилося ходити щоразу далі зі своїх низовинних поселень, щоб назбирувати вдосталь для прожиття. Такі умови створювали величезний тиск на їхні харчові запаси, призводячи, вочевидь, до зростання смертності серед цих людей, звиклих до достатку. Це було, либонь, перше зіткнення людства з гіпотезою Томаса Мальтуса про те, що в результаті демо-

графічного зростання людність врешті-решт переступить кількісну межу, яку можливо прогодовувати за наявних харчових ресурсів.

Десь у ті ж часи в Європі ми натрапляємо на докази зникнення мегафауни, тобто великих ссавців на кшталт мамонта найвеличнішого* й великорогого, або ірландського, оленя**, котрі могли би становити частину харчового раціону цих мисливців-збиральників. Такі зникнення мали місце раніше, найпримітніше – в Австралії, коли туди вперше прибули люди близько 50 тисяч років тому, а також в Північній Америці разом із появою людей близько 15 тисяч років тому, але найпереконливіші докази зникнень у Європі та на Близькому Сході відносяться до кінця останнього зледеніння. Ця подія править за додатковий доказ того, що зміна клімату й демографічний тиск справляли могутній вплив на доступність харчових ресурсів. Популяція, яка підтримувала стійке існування впродовж теплого періоду, що настав безпосередньо після закінчення останнього зледеніння, тепер виявилася завеликою, щоб вижити на урізаних харчових ресурсах пізнього дріасу, тож великі тварини швидко зникли.

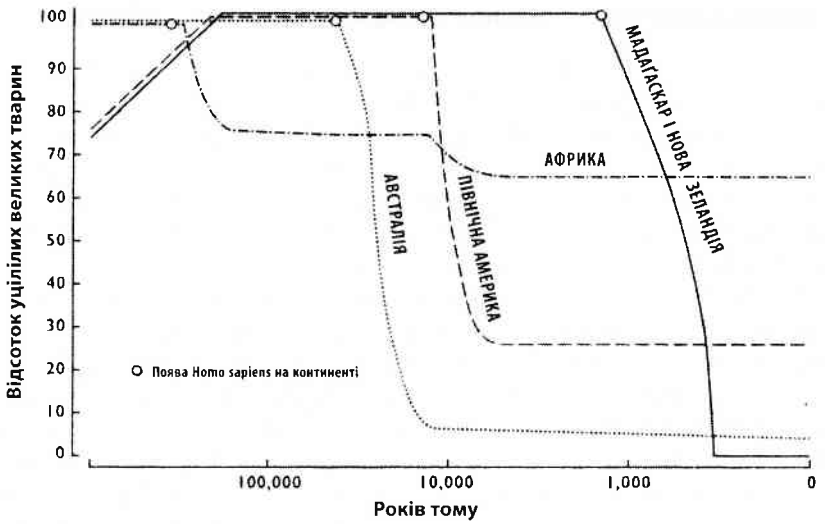
А потім десь між 12 і 11 тисячами років тому котромусь із цих знедолених натуфійців спала на думку революційна ідея. А може, щоб не ходити щоразу далі за їжею, просто-напросто виростити її біля села? Мабуть, це була жінка, оскільки саме жінки здебільшого займалися збиранням у мисливсько-збиральницьких громадах, а отже, були добре знайомі з особливостями насіння й мотивовані скоротити свої щоденні збиральницькі походи! Все село, мабуть, із захватом зустріло її перші спроби, а сама ідея швидко поширилася. Мало не за одну ніч люди перейшли від стану, коли їжа контролювала *їх* кількість, до стану, коли *вони* контролювали кількість їжі.

Такий перебіг подій простежується на кістках людей, які замешкували регіон у той час, за допомогою такого показника, як співвідношення стронцію і кальцію. Стронцій (Sr) – це хімічний елемент, який нагромаджується в кістках людини, а його вміст визначається його кількістю в ґрунтових водах регіону (а також випадінням радіоактивних опадів, одним із головних компонентів яких є Sr-90). Рослини протягом вегетаційного періоду вбирають стронцій із води і передають його тваринам, які їх поїдають. А отже, що вищу частку вашого харчового раціону становить рослинна їжа, то вищий уміст стронцію у вашому організмі. В кістках натуфійців періоду інтенсивного збиральництва, що передував пізньому дріасу,

---

* Біологічний вид Mammuthus primigenius.

** Біологічний вид Megaloceros giganteus.



Малюнок 8. Графіки зникнення мегафауни на трьох континентах, Мадаґаскарі та Новій Зеландії. В усіх випадках зникнення відбулися невдовзі після прибуття людини

виявлено дуже високий уміст стронцію; потім він істотно знизився, коли скоротилися дикорослі посіви злаків і натуфійці, щоб прожити, вдалися до полювання. А далі рівень стронцію стрімко злетів угору після початку одомашнення, коли закріпилася нова культура, а рослини зайняли чільне місце в їхньому харчуванні.

Ця зміна у відносинах людини з природою справила надзвичайно далекосяжний вплив на майбутнє людства, бо йшлося не просто про їжу. Далі в цій же частині книжки ми розглянемо ранні наслідки рільництва, а зараз віддалимося від Близького Сходу, щоб побачити загальнішу картину. Адже поки на Близькому Сході розігрувалися ці події, надзвичайні речі відбувалися в інших місцях світу. Натуфійці не були єдиними, кому вже тоді спало на думку одомашнити рослини; рільництво було справжньою глобальною тенденцією цього періоду. Але як же в часи до ЗМІ й Інтернету паростки цієї революційної ідеї проросли в настільки віддалених місцях, як Мезоамерика, південний Китай і Нова Ґвінея? І що вони можуть розповісти нам про наступний етап у розвитку агрокультури – кардинальний крок від вирощування дикого насіння до його одомашнення, яке супроводжувалося штучним добором бажаних властивостей?

ГОРИ І ДОЛИНИ

Життєпис радянського ботаніка й генетика Ніколая Вавілова заслуговує на екранізацію. Народившись 1887 року в родині московського купця, він замолоду кілька років провів, мандруючи і навчаючись, у Європі, а на батьківщину повернувся напередодні Революції 1917 року. Він займав важливі посади за радянського режиму, був членом Центрального Виконавчого Комітету СРСР та лауреатом престижної Ленінської премії. В Ленінграді (нинішній Санкт-Петербург) він заснував Всесоюзний інститут рослинознавства й очолював його майже двадцять років. Сьогодні цей інститут та Інститут загальної генетики в Москві називаються ім'ям Вавілова. Проте через дивне піднесення до влади агронома Трохима Лисенка протягом 1930-х років, який виступав із псевдонауковою критикою генетики й основних правил еволюції (що їх відстоював Вавілов), 1943 року цей великий науковець помер від знесилля й недоїдання у в'язниці, куди його кинув Сталін 1940 року буцімто за змову з метою підривання радянського сільського господарства.

Вавілов – надзвичайно авторитетний фахівець у питанні початків одомашнення рослин, а заснований ним інститут у Санкт-Петербурзі досі володіє одним із найбільших у світі банків насіння рослин, створеного з метою збереження й дослідження розмаїття культурних рослин із усього світу. Протягом двадцятивосьмимісячної облоги Ленінграда працівники інституту зуміли зберегти цю колекцію від голодних мешканців міста, котрі неодноразово намагалися спожити її запаси. Тож банк і досі залишається чільним ботанічним ресурсом.

В своїй надзвичайно важливій праці про одомашнені рослини Вавілов описав багато первісних осередків одомашнення рослин, серед яких і щойно розглянутий нами Родючий півмісяць. До інших чільних осередків належали Китай, Мезоамерика й Південноамериканські Анди. Як бачимо, це дуже віддалені одне від одного місця, але всі мають одну спільну рису: гористість. Чому не узбережжя чи степи? Передусім через те, що гори в природі виступають так званими *рефугіями*, тобто притулками для біорозмаїття – місцями, де зберігаються біологічні види, коли навколишні рівнини стають занадто посушливими для їх росту у зв'язку з кліматичними змінами, як-от тими, що часто відбувалися впродовж останніх кількох мільйонів років. Притягуючи до себе дощові опади, гори перетворюються на відносно тиху гавань у часи кліматичної пертурбації, тому саме в них генетичне розмаїття, як правило, найвище. А високе генетичне

розмаїття створює передумови для розвитку вигідних властивостей, що їх можуть добирати люди, як-от затримка випадання насінини (замість викидання рослиною свого насіння, коли воно досягає стиглості) та інші характеристики, які полегшують використання біологічного виду яко харчової культури.

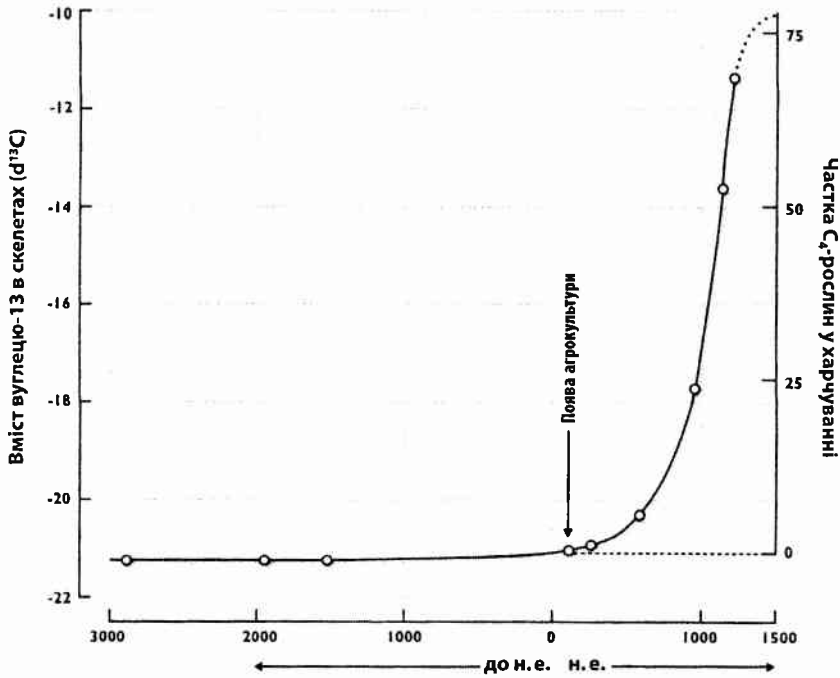
Людям нелегко жити високо в горах. Здебільшого, керуючись кліматичними обставинами, ми віддаємо перевагу низовинам, але рослини, мов припливи і відпливи, наступають на низовини і відступають з них під час вологіших і посушливіших періодів відповідно. Цей факт дає нам першу підказку, чому одомашнення одночасно відбулося в усіх згаданих місцях.

Приміром, Мезоамерика подарувала нам багато культурних рослин, які стали невід'ємними компонентами сучасного харчування: кукурудза, помідор, квасоля, червоний гострий перець, какао, ваніль, кабачок, ананас, авокадо й гарбуз. Багатьох із них одомашнено в районі сьогоденного міста Оахака (Південна Мексика), який характеризується почленованим, гористим рельєфом. Такий ландшафт призводив до ізоляції тамтешніх людських громад, в результаті чого розвинулося неймовірне культурне й мовне розмаїття цього регіону, яке не поступалося його ботанічному багатству. Кукурудза – безумовно, найважливіша оахаканська сільськогосподарська культура, яка культивувалася вже десь 10 тисяч років тому. Щодо ботанічного предка кукурудзи точаться мляві дебати, бо її найближчий дикорослий родич теосинте настільки відрізняється від неї за формою, що багатьом науковцям важко визнати, що з першого розвинулася друга, але сумнівів щодо її географічного походження немає. Одомашнена кукурудза пізніше поширилася далеко за межі мексиканської прабатьківщини, досягнувши Північної та Південної Америки протягом потомних 8 тисяч років – так само, як пшениця і ячмінь поширилися за межі осередку свого одомашнення на Родючому півмісяці. Поширення кукурудзи в Північній Америці добре фіксується за людськими рештками: тут різкий перехід від мисливства-збиральництва задокументований «вуглецевим підписом» у кістках, який може розповісти не менше, ніж уміст стронцію про неолітичні події на Близькому Сході. Цей «підпис» пов'язаний із тим, що мисливці-збиральники здебільшого їдять C_3-рослини, які засвоюють вуглекислий газ із атмосфери, створюючи запас енергії у вигляді молекул із трьома атомами вуглецю. 95% рослин світу належать до цієї групи, яка еволюційно розвинулася понад 250 мільйонів років тому. Ефективніший тип метаболізму, відомий як C_4, еволюційно розвинувся в рослин пізніше – в останні 65 мільйонів

років. До рослин типу C_4 належать здебільшого тропічні тонконогові види, як-от кукурудза, просо і цукрова тростина, які нагромаджують енергію у молекулах із чотирма атомами вуглецю.

Існує ще одна відмінність між рослинами типів C_3 і C_4, яка прив'язує цей короткий екскурс у рослинну фізіологію до нашого головного сюжету. Не всі атоми вуглецю в атмосфері, які потрапляють в неї із вашого видиху чи вихлопу вашої машини під час ранкової поїздки на роботу і які засвоюються цими рослинами для вироблення цукру й крохмалю, однакові. Вуглець існує в кількох різних варіантах, які відрізняються будовою атома. Більшість молекул вуглецю містять у кожному атомному ядрі по 6 протонів і 6 нейтронів, через що їхня атомна маса становить 12 (6+6). Проте рідкісніші варіанти вуглецю містять 7 або 8 нейтронів поруч із 6 протонами, а отже, їхня атомна маса дорівнює 13 або 14. Вуглець-14 – надзвичайно рідкісний, але його звичка втрачати атомний багаж (один електрон і одне антинейтрино, як ви, мабуть, знаєте), щоб скинути трішки зайвої молекулярної маси, робить із нього дуже корисний інструмент для датування матеріалу, який колись був живою тканиною. Вуглець-13 не зазнає розпаду; він вічно залишається незмінним, правлячи за ще один інструмент археологічного атомного арсеналу. Виявляється, C_3-рослини з якихось причин поводяться перебірливо й не приймають вуглець-13, не допускаючи його до свого метаболічного апарату. C_4-рослини не переймаються цим і користуються будь-яким доступним вуглецем. Це означає, що C_4-рослини характеризуються вищим співвідношенням вуглецю-13 і вуглецю-12, ніж C_3-рослини.

То ж до чого все це порпання в світі атомів вуглецю? Коли люди додають C_4-рослини (скажімо, кукурудзу) до свого харчування, співвідношення вуглецю-13 і вуглецю-12 у *їхніх* організмах також зростає. Якщо ретельно виміряти співвідношення цих різновидів вуглецю в стародавніх кістках, можна з'ясувати, коли люди почали споживати C_4-рослини, як-от кукурудзу. Застосувавши такий метод до викопних кісток Північної Америки, які походять із періоду появи кукурудзи в регіоні, бачимо докорінний перелом. Хоча співвідношення не обов'язково коректно відображає реальний склад харчового раціону індивіда (малоймовірно, щоб 75% його калорій надходили від кукурудзи, як показує мал. 9), воно таки свідчить про надзвичайний переворот у харчуванні, який супроводжував поширення сільськогосподарських революційних новинок на кшталт кукурудзи та пшениці.



Малюнок 9. Поширення кукурудзи в Північній Америці згідно з археологічними розкопками на Середньому Заході США. До появи агрокультури людські скелети характеризувалися незмінним умістом ізотопів вуглецю, який різко змінився унаслідок додавання до харчового раціону великої кількості C_4-рослин

Аналогічним чином рис спершу одомашнили у горах Південного Китаю та Північної Індії, де досі росте його дикий предок Oryza rufipogon. Старанно проаналізувавши фітоліти – мікроскопічні кристали в рослинах, які слугують своєрідними «відбитками пальців» рослинних видів і добре зберігаються в археологічних матеріалах, – Чжицзюнь Чжао із Смітсонівського інституту вивчення тропіків з'ясував, що мисливці-збиральники басейну ріки Янцзи (Центральний Китай) вже їли рис близько 13 тисяч років тому. Проте одночасно з настанням пізнього дріасу та приходом холодної температури в Північну півкулю фітоліти рису зникають із археологічних матеріалів, наново з'явившись лише близько 11 тисяч років тому, коли відновилися тепліші й вологіші умови, причому, якщо судити зі зміни фітолітів, цього разу рис був культивованим. Вочевидь під

час пізнього дріасу рис відступив у гостиннішу природно-кліматичну зону, а людям – як і на Близькому Сході та в гірських долинах Оахаки – довелося навчитися вирощувати його, щоб зберегти цей злак для харчування.

Отже, у випадку всіх трьох осередків одомашнення трьох головних злакових культур світу спостерігається однакова динаміка зв'язку між мисливцями-збиральниками та місцевими злаковими рослинами. Інтенсивне збирання наприкінці останнього зледеніння в поєднанні із теплішими й вологішими умовами спонукало людей до спеціалізації на конкретних видах рослин та до демографічного зростання. Початок пізнього дріасу викликав кризу харчового забезпечення, яка змусила цих осілих збирачів перейти до вирощування збіжжя, раніше в достатній кількості забезпечуваного природою. Поєднання демографічного зростання із подальшим кліматичним потрясінням, мабуть, пояснює, чому незалежний розвиток агрокультури одночасно спостерігається в різних частинах світу. Вирощування їжі дало змогу цим популяціям пережити холодні часи пізнього дріасу, а коли відновилися сприятливі умови, агрокультура була готова до злету. Потрібен був тільки один фінальний крок: одомашнення.

ВАЖЛИВІСТЬ ДУПЛІКАЦІЇ

Сьогодні ім'я капітана Вільяма Блая асоціюється із жорстоким керівництвом, хоча він був ще й непоганим морським командиром. Його погана слава пов'язана з суворим ставленням до команди під час шестимісячної зупинки на острові Таїті в 1789 році, коли він спробував запровадити заборону на «зв'язки» з місцевими жінками. Як на глум, мотивом такого рішення Блая була турбота про таїтян, бо його команда могла занести на острів хвороби, що передаються статевим шляхом. Якби команда не затрималася так надовго на Таїті, корабель «Баунті» залишив би по собі не більше ніж побіжну примітку в підручниках із історії мореплавства, а в історії знайшлося би інше прозивне ім'я для жорстокого деспота. На жаль, Блай не міг покинути Таїті раніше через труднощі із вирощуванням хлібовця (хлібного дерева).

На відміну від більшості рослин, які споживають люди, хлібовець зазвичай не має насіння (є кілька видів із насінням, але вони широко не культивуються). Єдиний спосіб розмножувати рослину – це метод повітряних відсадків, працемісткий процес, який розпочинають із

невеликого надрізу на гілці чи стовбурі, на який потім одягають наповнений субстратом для укорінення (перегноєм або ґрунтом) рукав. Через кілька тижнів із надрізу виростає нове коріння, тож гілку можна зрізати й пересадити у відкритий ґрунт, щоб із неї виросла окрема рослина. Блая в подорожі супроводжували два ботаніки з Королівських ботанічних садів у К'ю, які мали впоратися із цим забарним завданням. Це була єдина причина багаторічної подорожі «Баунті» – корабель мав привезти якнайбільше рослин хлібовця в британські колонії Вест-Індії, щоб прогодувати ростучу кількість тамтешніх рабів. Попри заморочливий спосіб розмноження, хлібовець – висококалорійне й скоростигле джерело харчування.

Складні прийоми розведення хлібовця загалом типові для вирощування багатьох інших рослин, одомашнених людиною на світанку агрокультури. Розмноження – один із найважливіших складників одомашнення, бо без нього неможливо збільшувати обсяг джерела їжі. Щоб розмножувати рослину постійно, потрібно мати всебічне знання її біології: життєвого циклу, найкращих умов для вегетації та багатьох інших подробиць. Більшість традиційних народів здобувають таке знання шляхом спостереження та проб і помилок, передаючи його в усний спосіб наступним поколінням; з цією самою метою проводяться сучасні дослідження в галузі аквакультури.

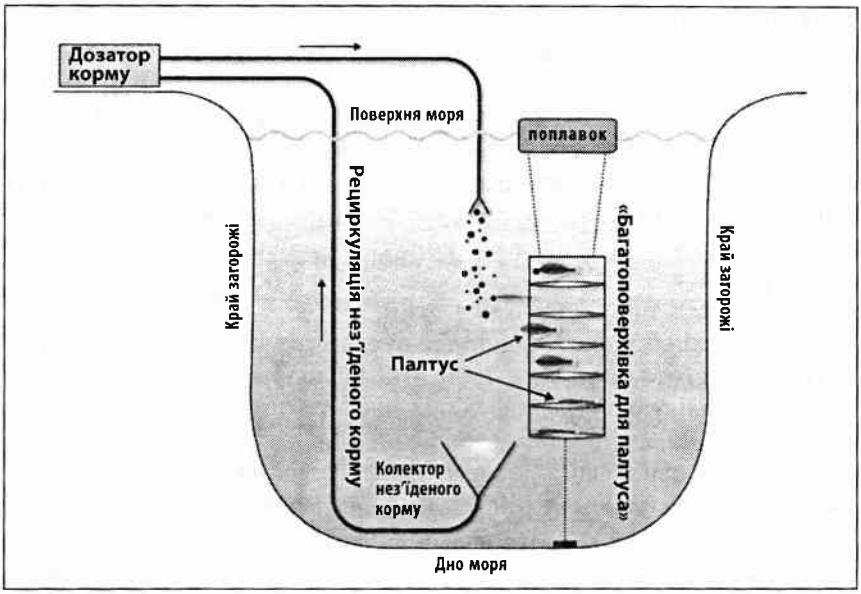
Розмовляючи в Ставанґері із науковими працівниками «Marine Harvest», я неодноразово чув, як багато різних людей повторювали ті самі два слова: «закритий цикл». На фермерському говорі ця фраза позначає здатність розводити тварин і рослин у неволі без залучення особин із дикої природи – в такий спосіб цикл розведення стає «закритим», а ви можете виростити скільки завгодно особин відповідного виду. В цьому полягає справжній пробний камінь успішного господарювання та істинне значення одомашнення. Саме на це витрачається значна частина бюджетної статті «Marine Harvest», призначеної на дослідження та розвиток: знайти спосіб, щоб риба успішно проходила різні стадії народження, росту й відтворення в неволі. Хоча ми вважаємо самоочевидним знання про те, як скотарям розводити корів, а птахівникам вирощувати із яєць дорослих курей, попервах знадобилися великі зусилля, щоб дібрати правильні підходи – так само, як і для розмноження хлібовця.

Одним із найкращих досліджень розвитку агрокультури в неолітичний період є епічна книга про розкопки в урочищі Абу-Гурейра (Північна Сирія) «Село на Євфраті», в якій Ендрю Мур зі своїми колегами пояснив кардинальну роль розмноження на ранніх етапах розвитку агрокультури: «Одомашнення можна означити по-різному

[...], але його суть полягає в тому, що люди впливають на розмноження біологічного виду». Це найважливіший крок для збільшення кількості особин цього виду; якщо ваші тварини і рослини не наводять потомства, вам доведеться повертатися до дикої природи, щоб поповнювати їх кількість.

Утім одомашнення не обмежується самим тільки збільшенням поголів'я чи посівів. Воно також пов'язане із добором характеристик, які визначають цінність виду як джерела харчування. Наприклад, дика тріска, як правило, досягає зрілості за 4–6 років, але науковці «Marine Harvest» селекціонували швидкорослих особин, які досягають зрілості лише за два роки. Менше часу на ріст означає більше риби на ринку – в цьому є сенс. Одомашнення також передбачає перетворення довкілля, в якому відбувається розведення, з метою створення потрібних умов для процвітання виду. До прикладу, науковці «Marine Harvest» зараз вивчають палтуса, щоб переконатися, що це придатний вид для одомашнення. Попри делікатесне філе, яке зажило популярності на європейських і американських столах, його незвичайна біологія змусила науковців проявити вигадливість, щоб виростити палтуса в неволі. Проблема полягала в тому, що хоч палтус виглядає яко звичайна риба, десь на шостому місяці життя одне його око в прямому сенсі перебирається через лоб, тож через кілька місяців обидва ока опиняються на одному боці голови. Рибина починає плавати, лежачи на боці, перетворюється на мешканця морського дна і віддає перевагу близькості до горизонтальних поверхонь. Цей етап життєвого циклу палтуса створює незручності рибним господарствам, бо істотно обмежує кількість риби, яку можна виростити на одиницю площі – палтус не користується третім виміром своєї загорожі, будучи прив'язаним до дна. Щоб подолати обмеження, науковці «Marine Harvest» вигадали «багатоповерхівку для палтуса», що складається із розміщених одна над одною полиць із сітки, які дають змогу утримувати більше риби в загорожі без збільшення її діаметра. Здається, ця витівка вдалася: риба охоче випливає із «багатоповерхівки», щоб з'їсти корм, який скидається із поверхні води, а потім повертається на свої полиці для відпочинку.

Добір ознак, які сприяють одомашненню, легше здійснюється в одних видів, ніж у інших. Виявляється, наша «велика трійка» – пшениця, рис і кукурудза, – яка забезпечує більше третини всіх калорій, що споживаються в сучасному світі, найкраще надаються до селекціонування. Всі вони належать до *поліплоїдних* видів, а це означає, що їхній геном дуплікувався – кількість хромосом, дослівно кажучи, подвоїлася в якийсь момент останніх кількох мільйонів років, а в



Малюнок 10. «Багатоповерхівка для палтуса»

деяких видів це сталося кілька разів. Чимало рослин належать до поліплоїдів, тож дуплікація геному відбувалася досить часто в ході еволюції рослин. Таку подію можна порівняти з копіюванням всього геному та подальшим вставлянням зайвої копії в ядро клітини. Вона створює деякі цікаві можливості для селекціонування рослини.

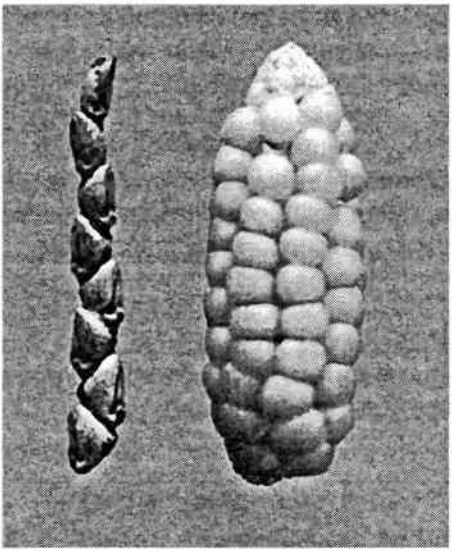
Якщо у вас є зайва копія якоїсь речі, ви можете піти на більші ризики, ніж якби мали тільки одну. Це щось на кшталт «життів», які ви маєте у відеогрі – можна інколи робити невдалий вибір, але однаково залишатися в грі. Те саме справджується на генетичному рівні, бо наявність дубліката дає змогу експериментувати над ним, зберігаючи при цьому оригінал. Інакше кажучи, з'являється своєрідна запасна копія на випадок, якщо щось піде навскоси в експерименті. Дублікати можуть відкрити нові можливості для еволюційної зміни, при цьому не створюючи ризику втрати життєво важливих функцій, і тим самим відкриваючи шлях для пришвидшеної еволюції. Першим цю думку висловив Сусуму Оно – японо-американський популяційний генетик, котрий у 1970 році видав класичну працю «Еволюція шляхом дуплікації генів». У ній Оно описав один із основоположних, на його думку, механізмів молекулярної еволюції: дубліковані гени пришвидшують еволюційну зміну завдяки пом'якшеному добору,

вможливленому наявністю запасної копії. Він також створив термін «сміттєва ДНК», яким називають великі відтинки ДНК в геномі, які не виконують відомої функції. Стати частиною «сміттєвої ДНК» – така доля генних дублікатів, які зазнали фатальної мутації, через яку втратили функціональне значення. Проте робоча копія цього ж гена підтримує життєдіяльність організму. Майже всі ракові пухлини дуплікують свою ДНК, перетворюючись у ході розвитку на поліплоїдів. На думку генетиків, така дуплікація найважливіших генів дає їм вищу пластичність – більше можливостей розвиватися шляхами, неможливими для звичайних клітин.

Крім поліплоїдності, пшениця, рис і кукурудза характеризуються високою частотою мутацій. Їхня ДНК немов перебуває в постійному русі, дуплікуючи і видаляючи частини під час молекулярного перетасування, яке породжує високий рівень природної мінливості за багатьма ознаками. Почасти перетасування викликається наявністю в ДНК невеликих паразитів, які називаються «мобільними генетичними елементами» і, можливо, є залишками колись активних ретровірусів (родина вірусів, до якої також належить ВІЛ – вірус імунодефіциту людини), які втратили здатність інфікувати інші клітини, але зберегли схильність ретровірусів інтегруватися в ДНК і змінювати розташування на ній. Їх відкрила в 1940–1950-х роках Барбара Мак-Клінток, намагаючись зрозуміти деякі дивні властивості генетичної будови кукурудзи, але спільнота генетиків скептично зустріла її висновки. Її подальші дослідження підтвердили правильність ранніх висновків, тож у 1983 році Мак-Клінток нагородили Нобелівською премією.

Кукурудза – чудовий приклад того, як старанне селекціонування створює ознаки, які до невпізнанності змінюють культурну рослину порівняно з її дикорослим предком. Зовні теосинте зовсім несхоже на сучасну кукурудзу (як видно на малюнку 11), і хоч неможливо підрахувати, яких зусиль вимагало спостереження й селекціонування для одомашнення пшениці, рису й кукурудзи в неолітичні часи, зрозуміло, що настільки виняткові зміни вимагали неабияких старань. Мало того, нещодавні генетичні дослідження дали уявлення про те, наскільки тяжко могли датися такі зміни.

Вузлову роль у створенні тих ознак, за якими кукурудза відрізняється від теосинте, зіграли три гени, які називаються «теосинте розгалужений I» (tbI), «зв'язувальний фактор проламін-бокса» (pbf) та «цукристий-I» (suI). Попри їхні складні назви і ще складніші біохімічні функції (приміром, tbI визначає, в якій послідовності качани розміщуються на стеблі, тоді як suI пов'язаний із комплексом цукрів,



Малюнок 11. Порівняння теосинте (ліворуч) і культурної кукурудзи (фото розміщене з ласки Джона Деблі)

які містяться в зернівці), всі вони зазнали посиленого добору вже 4400 років тому, згідно з останнім аналізом цих генів у викопних залишках стародавньої кукурудзи. Проте навіть 2000 років по тому добір цих ознак продовжувався, що свідчить, наскільки важким був процес добору, а надто в суспільстві, яке не мало розкоші користуватися сучасним науковим знанням. Приголомшує, що ранні мексиканські рільники взагалі зуміли створити кукурудзу із теосинте.

Генетична пластичність пшениці, рису й кукурудзи давала їм перевагу над іншими потенційними харчовими рослинами і значною мірою спричинила їх широке застосування в сільському господарстві до сьогодні. Натуфійці з Абу-Гурейри вживали в їжу близько 150 різних рослин, які (разом із пшеницею) збиралися на рясних схилах Родючого півмісяця, але коли через кілька тисяч років одомашнення наближалося до успішного кінця склад їхнього харчового раціону скоротився лише до восьми видів, із яких пшениця була найважливішим компонентом. Сьогодні «велика трійка» злаків становить близько 90% всіх вирощуваних злакових культур – вони виграли перегони на звання найважливіших харчових продуктів для людства.

Проте в цій історії не обійшлося без ложки дьогтю. Застосувавши свою приголомшливу винахідливість, щоб дібрати ознаки, які давали

змогу розводити ці надзвичайно успішні харчові культури, люди несвідомо нав'язали посилений селективний режим самим собі. У певний спосіб їхній селекціонерський успіх накликав своєрідний дієтологічний «рак» на людину, який набув самостійного існування і запанував у нашому харчуванні, чого ці рільники не могли навіть уявити (у блискучій праці Майкла Полана «Дилема всеїдної тварини» в рамках лиховісного огляду індустріального харчового виробництва розглянуто розвиток сучасного кукурудзівництва). Як побачимо в наступній частині, кінцевий наслідок вищого – і менш розмаїтого, якщо врахувати перелік споживаних видів – вмісту вуглеводів у нашому харчуванні продовжує впливати на наше життя. Але спершу повернімося до негайного висліду агрокультури: зростання населення і викликаних ним незручностей.

СОЦІАЛЬНА ПУХЛИНА

Тепер ми підійшли до головної проблеми, якій присвячена ця книжка. Коли близько 10 тисяч років тому наші предки започатковували агрокультуру, вони не мали жодного уявлення про інші зміни, які цим самим приводилися в рух. Вони просто-напросто у часи кліматичних потрясінь реагували на безпосередню потребу в надійніших джерелах їжі, ухвалюючи рішення щодо майбутнього на основі короткочасних міркувань, а не в термінах того, що може статися в кінцевому підсумку. Вони не знали, що накликáли на світ, докорінно змінюючи свої відносини із природою. Замість розраховувати на щедрість природи, вони самі почали створювати собі достаток. Пішовши цим шляхом, вони порвали з мільйонами років еволюційної історії, торуючи новий шлях у майбутнє без будь-якої карти, яка могла би провести їх через мінне поле подальших десяти тисячоліть.

Першим непередбаченим наслідком цієї зміни було зростання населення у зв'язку зі збільшенням кількості їжі. Якщо десь від 60 тисяч років тому людське населення зростало повільно і завдяки тому, що мисливці-збиральники помалу розселялися світом, то тепер зростання набуло цілковито нових якостей: воно стало *стрімкішим* і відбувалося на *географічно обмеженій території*. Чисельне зростання людства стримував льодовиковий період, який своїми кліматичними умовами робив життя важким. Якщо вірити генетичним доказам, близько 70 тисяч років тому людство нараховувало кілька тисяч індивідів, які жили в Африці. На початок неоліту наша кількість зросла

до кількох мільйонів – у тисячу разів за 60 тисяч років. Однак після винайдення агрокультури темпи зростання зненацька стрибнули до безпрецедентного рівня в еволюційній історії великих приматів. Дрібні натуфійські села вмить ставали містечками, що потягло за собою другий наслідок агрокультури: виникнення урядування.

В звичайному мисливсько-збиральницькому суспільстві більшість людей мають приблизно рівний соціальний статус. Ясна річ, вони можуть різнитися за своїми уміннями – хтось краще полює, в іншого кращий хист до переказування історій, які передають культурний багаж наступному поколінню, а третьому краще дається шиття – але внесок кожного з них у життя громади визнається. Суперечки загалом розв'язуються одним із двох способів: шляхом групової ухвали або розщеплення племені. Проте розщеплення стає неможливим в умовах обмеженого доступу до найважливіших ресурсів, як-от оброблювана земля або джерело води. В такому разі якась частина племені вже не може просто переселитися на нове місце, оскільки згадані ресурси не скрізь наявні; крім того, осілі люди вкладають великі зусилля в будівництво своїх жител та створення інших нерухомих матеріальних благ, тому неохоче покидають нажиті місця. Потреба залишатися в якомусь конкретному місці іноді спонукала деякі громади мисливців-збиральників, як-от громади доколумбівських корінних американців північно-західного узбережжя Північної Америки та носіїв палеолітичної культури Дзьомон у Японії, створити власні складні системи врядування. Завдяки надзвичайно багатим рибальським угіддям у цих популяцій розвинулися багатолюдні суспільства, а потреба захищати доступ до угідь означала, що їхні суспільства стикалися з аналогічними стимулами до організації, що й ранні рільничі громади. Проте мешканці узбереж вважаються окремим випадком, бо переважна більшість мисливців-збиральників, які збереглися до сьогодні – а також, либонь, ті, що зникли, – мають більш егалітарну соціальну структуру.

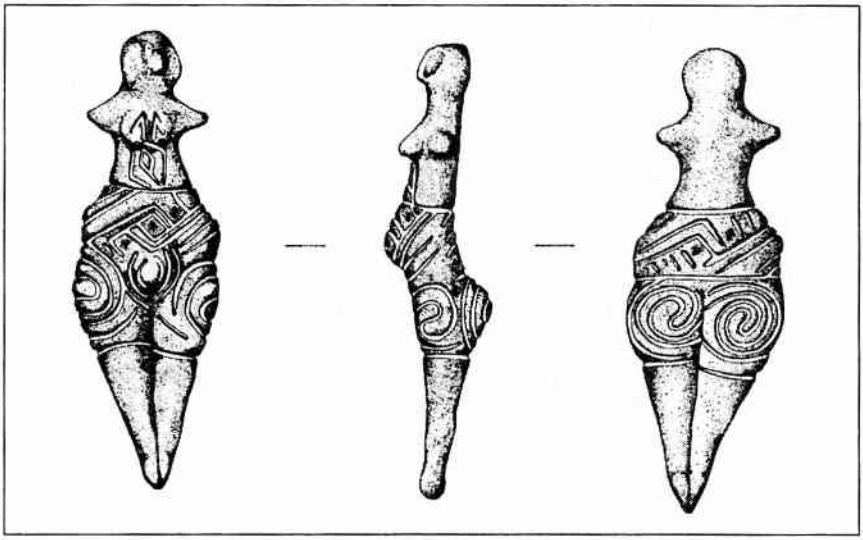
Як виглядали ранні форми неолітичного врядування? Мабуть, воно починалося із відносно егалітарних відносин, як свідчать археологічні розкопки поселення Чатал-Гююк на території сучасної Туреччини. Це неолітичне поселення виникло приблизно 7500 року до н.е. й неперервно існувало впродовж подальших шести тисячоріч, хоч чисельність його населення коливалася в діапазоні від 5000 до 10 000 осіб. Радикально відрізняючись від дрібних натуфійських і ранньонеолітичних рільничих поселень, воно було, за словами першовідкривача Джеймса Мелаарта, найдавнішим містом у світі. Втім, попри свій значний розмір, поселення складається із жилих

будинків приблизно однакового розміру. Відсутність чітко видимих храмів або осель, які би вирізнялися серед інших будівель більшим розміром, свідчить про досить рівномірний розподіл багатства, на думку Яна Годера з Кембриджського університету, який зараз очолює археологічні роботи в Чатал-Гююк. Тамтешнє населення, вочевидь, зберегло багато аспектів свого егалітарного мисливсько-збиральницького минулого. Проте сам розмір поселення, яким воно завдячує багатству, зароблено на видобутку й торгівлі обсидіаном, великі поклади якого було знайдено в навколишніх горах, означав, що така егалітарна соціальна структура надовго не затримається.

Базовою господарською одиницею в усіх ранньонеолітичних поселеннях на кшталт Чатал-Гююк була нуклеарна родина. На неї виділялася земельна ділянка, вона самостійно запасала й зберігала збіжжя і навіть дотримувалася своєї релігії. Приміром, у Чатал-Гююк існував розвинений культ предків, який вимагав, щоб люди ховали кістки покійних членів родини прямо в оселі – під підлогою. В такий спосіб закріплювалося право на місце, а також відображалася їхня осіла й родиноцентрична культура.

Формалізація релігії відбувалася в неолітичні часи повільно і паралельно зі зростанням стратифікації суспільства. Хоча ми достеменно не знаємо, але вірогідно, що ранні релігії базувалися на формалізації вірувань, що існували ще до появи агрокультури. Мисливці-збиральники традиційно дотримуються анімістичних вірувань, поклоняючись великій кількості духів і божеств, що відображає їхню залежність від широкого спектра природних ресурсів. У рільників же спектр джерел харчування відносно вузький, а природу вони розглядають як об'єкт *контролю*, а не партнера для *співпраці*, тому в соціологічному плані рільничі суспільства схильні розвивати релігійні системи із меншою кількістю, але могутніх богів – до того ж богів, які мають образ і подобу людини. Перші зображення людей з'являються не раніше кінця верхнього палеоліту у зв'язку з майже повсюдною появою статуеток палеолітичної Венери в археологічних розкопах тогочасної Європи. Ці статуетки продовжили займати важливе місце протягом неоліту, мабуть, тому, що люди визнавали їх силу. Можливо, їх значення зросло у зв'язку з тогочасним розвитком культу жіночого божества, статуетки якого займають помітне місце в поселеннях на кшталт Чатал-Гююк.

Виразно наділені символічним характером статуетки палеолітичної Венери з їхніми гіпертрофованими грудьми та стегнами, мабуть, відображали високе соціальне становище жінки як родительки. Цілком можливо, що в донауковому суспільстві люди не розуміли



Малюнок 12. Теракотові статуетки Венери з Болгарії (близько 5000 року до н.е.). Джерело: Marija Gimbutas, *The Living Goddess*, University of California Press, 1999

зв'язку між статевим життям і народженням дітей, тому народження дитини вважали надприродною подією. Крім того, якщо жінки першими почали вирощувати рослини, мала визнаватися їхня важлива роль у добуванні життя із землі. Таким чином, уся родючість – як із лона, так і з ґрунту – пов'язувалася із ними. Чи означає це, що жінка мала вище соціальне становище за чоловіка, тобто що ранні неолітичні суспільства були матрилінійними, в яких походження відстежується за жіночою, а не чоловічою лінією? Можливо, хоч деякі археологи (зокрема Ян Годер) виступають проти такого тлумачення, стверджуючи, що жінки й чоловіки принаймні в Чатал-Гююк мали однаковий статус. Утім, поза сумнівом, так тривало недовго.

Через демографічне зростання люди мусили просуватися з початкових осередків одомашнення – гірських долин – на рівнини, бо невелика за розміром місцевість біля легкодоступного джерела води не могла утримувати безмежної кількості мешканців. Так виникла потреба в розвитку системи постачання води та зрошення полів. Побудова зрошувальних каналів вимагала колективної праці великих груп людей із метою створення спільного нерухомого майна загального користування. А отже, їм потрібно було розробити прийоми керування самою побудовою, підтриманням каналів у робочому стані та доступом до води, яка раптом відтоді стала дефіцитним

ресурсом. Це означало, що в них з'явилася потреба в дечому новому, чого раніше не було в історії людства: в формальній владі, яку здійснюють спеціалізовані чиновники, наділені, що найважливіше, авторитетом. Бо інакше чому ж слухатися чиїхось розпоряджень?

У зв'язку зі зростанням чисельності населення, дедалі більшу частку якого становили містяни, та піднесенням торговельних відносин між ранньонеолітичними містами потреба в нагляді за складними громадськими проектами стимулювала розвиток дедалі складніших систем врядування. Вислідне зростання матеріального багатства – надлишків харчових продуктів та кількості нерухомого майна, яке могла контролювати одна родина – свідчать, що деякі члени суспільства раз у раз краще справлялися за інших із завданнями, які мали важливе значення для громади. Інакше кажучи, якщо ви мали цінні для суспільства уміння, у вас був вищий соціальний статус, який дедалі більшою мірою проявлявся в кількості матеріальних винагород, що їх ви діставали за свою роботу.

Життя в заможних міських поселеннях, в яких було багато торговельного краму, наражало містян на напади ззовні. Адже якщо сусіднє місто стає багатшим за ваше, то що може стримати вас від нападу на нього і відбирання статків, що їх його мешканці нажили тяжкою працею? Ця обставина викликала розвиток формального війська, яке прийшло на зміну народному ополченню. Тепер уже було за що помирати. Військо відігравало важливу роль у суспільстві, бо без нього неможливо було захистити місто від нападу, а в агресивних культурах добробут залежав від здатності війська здійснювати успішні набіги й здобувати нові ресурси. Як і будь-яким іншим умінням, не всі люди однаково наділені відвагою на полі бою та військовою кмітливістю. Оскільки чоловіки в фізичному плані краще пристосовані до тяжких фізичних випробувань війни, вони здобули вищий соціальний статус. Психолог Саймон Барон-Коген стверджує, що чоловіки від природи краще здібні до механічного винахідництва за жінок (тоді як жінки з їхнім тоншим чуттям на ледь вловимі соціальні підказки є від природи кращими торговцями, принаймні якщо судити з їх засилля на ринках світу, що розвивається), а технологія мала вирішальне значення для неолітичної гонитви озброєнь. Хай там як, нова войовнича атмосфера, яка склалася протягом Неолітичної революції, створила ідеальні умови для чоловіків, щоб узурпувати владу колишньої богині-прародительки або принаймні досягти рівного з жінками соціального статусу.

Вчинивши, на перший погляд, звичайнісіньку дію, перша людина, яка посадила насінину в землю, завела пружину всіх цих

процесів, прив'язавши нашу долю до засіяних ланів. Харч став паливом – своєрідним первісним біодизелем, якщо так зрозуміліше, – яке привело в рух соціальну зміну. Це було наше перше зіткнення з тим, що я докладніше розгляну пізніше, назвавши *транспоколінною силою*. Моя думка полягає в тому, що зі зростанням нашої влади над навколишнім світом, досягнутим завдяки розвитку агрокультури, ми здобули силу впливати на події, що відбудуться через багато поколінь після нас. Наш розум, який еволюціонував упродовж мільйонів років нашого мисливсько-збиральницького існування, коли нас переймали лише причини й наслідки, що простягалися не більше ніж на рік у майбутнє (чи на новому місці не буде важче знаходити дичину або збирати рослини в разі посушливого року?), не був належним чином пристосований, щоб уявляти перебіг подій далеко після нашої смерті. А оскільки мисливці-збиральники більшою мірою самі є частиною довкілля, в якому живуть, і не контролюють його, то вони не мали *потреби* перейматися тим, як підуть справи через багато років після них. Наші вчинки, як і будь-яких інших тварин нашої екосистеми, не мали достатньо великих наслідків, щоб порушити спокій «природної рівноваги». Розвиток агрокультури змінив стан речей.

Відтак ми входимо в добу писемної історії, події якої добре задокументовані, тож немає потреби їх детально повторювати. Перше письмо з'явилося в Месопотамії для запису ділових трансакцій між купцями, але невдовзі люди зрозуміли, що з його допомогою можна до певної міри досягати безсмертя, бо воно дає змогу записувати відомості про себе, які будуть прочитані нащадками. Палетка Нармера – вкрита написами кам'яна плита, що датується 3200 роком до н.е. – є найдавнішим знайденим прикладом використання єгипетського ієрогліфічного письма. Напис розповідає про об'єднання Верхнього та Нижнього Єгипту фараоном Нармером і є, мабуть, найдавнішим описом життя реальної історичної постаті. Її виставлено у видному місці експозиції Єгипетського музею в Каїрі, тож щороку два з половиною мільйони людей мають можливість дізнатися про цю особу, яка жила понад 5 тисяч років тому. Мабуть, саме на такий часовий успіх розраховував фараон, коли віддавав наказ виготовити плиту, яка разом із тим править за промовистий приклад того, як далеко зайшли люди протягом кількох тисячоліть, що минули від часу винайдення агрокультури. Села злилися в міста, які об'єдналися в імперії, що вели літописання своїх подій, аби розповісти про них наступним поколінням. Те, що раніше безслідно втрачалося для нащадків або розчинялося в туманних міфах, відтоді закарбовувалося

в камені, який слово-в-слово зберігає відомості про людину та її суспільство.

Між 3000 роком до н.е. та Середніми віками людське суспільство продовжувало зростати й еволюціонувати цим шляхом, створюючи щоразу складніші технології: бронза, а потім залізо; кіннота; потужні складені луки, які давали змогу лучникам стріляти значно далі – а звідси й більші імперії: Асирія, Персія, Греція й Рим на заході; імперії Хань та кхмерів на сході; а також імперія Маур'їв в Індії та Велике Зимбабве в Африці. Релігія досягла вищої формалізації, а більшість населення світу перейшла від політеїзму до монотеїзму. Дві великі монотеїстичні релігії світу – християнство й іслам, – які з особливим запалом навертали в своє лоно нових вірян, поширилися на великі території й запанували в світі. Кількість їхніх вірян невдовзі рахувалася десятками мільйонів, в порівнянні з якими місцеві культи предків раннього неоліту виглядають краплею в морі. Проте всі ці події розвивалися в більш-менш передбачуваному руслі яко природний вислід того, що привела в рух Неолітична революція.

А потім, досить несподівано, відбулася ще одна революція. Вона коренилася в зростанні значення торгівлі для багатства держав, пов'язаному з тим, що торгівля заступала агрокультуру, релігію та жорстку соціальну стратифікацію як провідне джерело влади. Якщо в минулому люди часто вірили, що їхнє життя наперед розписане Богом або королем, станом на XVIII століття стало зрозуміло, що така система не завжди становила прийнятний варіант для більшості населення. Просвітницькі твори Русо, Вольтера, Г'юма та інших поставили під питання статус-кво, як цього раніше ніхто не робив. Вони порушили глибокі філософські питання про природні права людей на життя, свободу та власність. У Британії, наприклад, купецький клас нарікав на обмеження, які встановлювало станове суспільство, котре продовжувало цінувати землю більше за промисловість, не звертаючи уваги на її ростучу роль.

Стрімкість, із якою відбувся Промисловий переворот, засвідчила, наскільки тісно пов'язаним став світ на початок XIX сторіччя. Щоб занести зерня агрокультури в кожен куток світу, знадобилося 10 тисяч років від Неолітичної революції до епохи європейського колоніалізму, а щоб промислові заводи з'явилися всюди, вистачило кількох поколінь. Це тому, що швидкість передавання інформації виросла в астрономічних масштабах із часів Абу-Гурейри та Чатал-Гююка. Можливо навіть, на світанку неоліту життя було настільки локалізованим, що в кожному селі говорили своєю мовою або діалектом. Консолідація імперій бронзової та залізної доби накинула

завойованим групам панівну мову, тим самим полегшивши поширення інформації (а отже, зробивши імперії керованими). Ця ж сама спільна мова також забезпечила швидше поширення винаходів з одного місця в інше, завдяки якому, своєю чергою, мала зрости й частота появи винаходів. На середину XIX століття більшість населення світу розмовляла (принаймні на рівні другої мови) однією з трьох європейських мов: англійською, французькою або іспанською. Це те середовище, яке дало змогу Промисловому перевороту та його ідеям поширитися, мов лісовій пожежі.

Промисловий переворот із його залежністю від швидкості передавання ідей неминуче привів нас до сучасної епохи, коли доступ до інформації виступає ключем до влади та багатства. Підраховано, що з 6,8 мільярдів населення світу 25 %, або 1,7 мільярда, користуються Інтернетом, а це більше, ніж у 1900 році було людей на планеті. В Північній Америці ним щоденно користуються майже три четверті населення. Тому не дивно, що зараз ми переживаємо період нововведень, порівняно з яким блідне навіть Промисловий переворот. Ідеї за мілісекунди перелітають із Бостона до Банґалора і далі до Брисбена, проносячись через трубки, з країків яких витікають тільки одиниці та нулі. Здавалося, це мали бути найкращі часи, які дають людям змогу жити довше й краще, але чомусь ситуація зовсім не така. Як констатує епіграф до цієї книжки, позичений у Ричарда Томкінза, сучасне життя аж ніяк не бездоганне, а багатьом людям навіть здається, що все йде на гірше. В подальших частинах книжки я розгляну деякі проблеми, з якими ми зіткнулися впродовж десяти тисячоліть революційної зміни, і покажу, як у кінцевому підсумку вони походять від розбіжності між культурою, яку ми започаткували 10 тисяч років тому, посіявши перші зерна в ріллю, та нашою людською біологією.

ЧАСТИНА ТРЕТЯ

ФІЗИЧНО КВОЛІ

Інфекційні хвороби, які передували появі людства, існуватимуть так само довго, як саме людство, і, поза сумнівом, як і раніше, залишаться одним із основоположних параметрів і детермінант історії людства.

Вільям Мак-Ніл,
«Епідемії та народи»

Переїдання й неробство – безпосередні причини ожиріння, але живить пандемію ожиріння в XXI столітті розгнуздане споживацтво.

Елен Рапел Шел,
«Голодний ген»

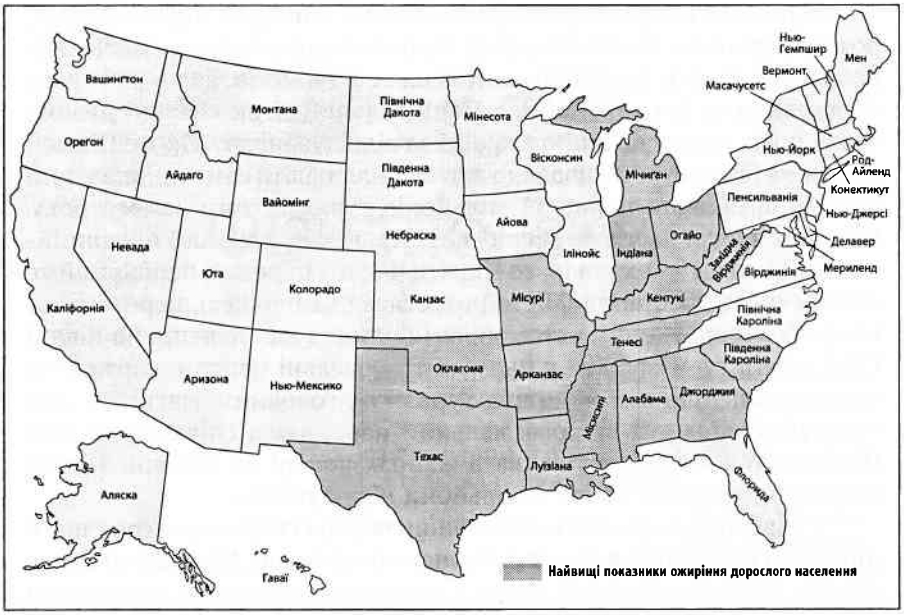
«ДОЛІВУД», ШТАТ ТЕНЕСІ

Великі димові гори розташовані на південному краї Апалачів, які тягнуться паралельно зі східним узбережжям Сполучених Штатів від Лабрадору до Північної Алабами. Апалачі виникли близько 450 мільйонів років тому в результаті підняття земної кори в місці зіткнення двох континентальних тектонічних плин під час формування надконтиненту Пангея і певний час становили одну гірську систему із Атласькими горами Північної Африки. Завдяки найвищим вершинам у всьому Апалачському хребті Великі димові гори притягують любителів пішохідного туризму з навколишніх штатів. Через велику кількість туристів, які подорожують пішки ошатними лісами вперемішку з заростями місцевих рододендронів або спускаються на лижах єдиними схилами південно-східної частини Сполучених Штатів, які цілий рік вкриті природним снігом, ці гори завжди киплять активністю.

За останні п'ятдесят років у містечках Ґетлінбурґ і Піджен Фордж, розташованих на тенеському боці Національного парку, помітно зріс добробут завдяки дедалі більшій кількості туристів, яка в 2006 році перевалила за 9,4 мільйони, а Національний парк «Великі димові гори» посів першу позицію в країні за відвідуваністю. Проте Піджен Фордж та Ґетлінбурґ нещодавно затьмарили навіть сам національний парк, привабивши понад 11 мільйонів туристів того самого року. Якщо Ґетлінбурґ частково зберіг свою атмосферу дрібного провінційного містечка 1950-х років, то Піджен Фордж пережив період майже нестримного зростання. Місто розрослося за площею, перетворившись на переповнений автомобілями один із найбільших на півдні США центр туризму. Хоч у ньому є торговельні центри, картинг та інші типові принади «центрів туризму», головним магнітом для туристів є «Долівуд» – розважальний парк, яким співволодіє Долі Партон, пишногруда співачка в жанрах кантрі та вестерн і який щороку приваблює понад 2 мільйони відвідувачів.

Я навідався в «Долівуд» наприкінці червня спекотного сонячного дня, коли саме тривав високий туристичний сезон. Між катаннями з дітьми на американських гірках і стояннями в черзі за морозивом я встиг роздивитися довкілля – людське довкілля, якщо точніше. Найбільше мене вразив примітно високий рівень ожиріння; багато людей не просто мали зайву вагу, а були патологічно товстими, тобто мали індекс маси тіла (ІМТ) 30 і більше, що при зрості 175 см означає вагу понад 93 кг. Проживши останні двадцять років на східному й західному узбережжях США, я не звик до такої великої кількості огрядних людей. При вході на атракціони з припасованими сидіннями й пасками безпеки стояли «примірочні сидіння», щоб люди могли поміряти, чи вмістяться вони в сидіння атракціону – і багато хто не вміщався. Хоча корн-доґи і солодкі пампушки, ясна річ, не сприяють підтриманню стрункої талії, за такою великою кількістю череванів явно стояла глибинніша й довгочасніша проблема.

В «Долівуд» приїжджають туристи з усієї країни, але в першу чергу із найближчих штатів – Тенесі, Кентукі, Вірджинії, Західної Вірджинії, Алабами, Місисипі та інших частин Півдня та Середнього Заходу. Згідно з останніми даними про поширеність ожиріння в Сполучених Штатах, опублікованих Товариством здоров'я Америки (TFAH), це якраз найтовстіші штати країни. Приміром, у Місисипі майже третина дорослого населення патологічно товста, через що цей штат лідирує в США за середньою вагою жителів. Західна Вірджинія та Луїзіана наступають Місисипі на п'яти. Якщо нанести на карту п'ятнадцять найогрядніших штатів, окреслюється дивовижна тенденція.



Малюнок 13. П'ятнадцять штатів США із найвищими показниками ожиріння

Чітко виражене зосередження ожиріння на Півдні та Середньому Сході вражає і не може бути пояснене випадковим збігом. Ожиріння пов'язане з деякими генетичними чинниками, але генетика ніяк не може пояснити таке географічне зосередження ожиріння та його пришвидшене зростання за останні двадцять років, адже ще 1991 року жоден штат не перевищував 20 пунктів за ІМТ. Наші гени не сильно змінилися за менш ніж одне покоління, що відділяє нинішній рік від 1991-го, а отже, потрібно шукати інше пояснення.

Відповідь криється у відносному соціально-економічному становищі людей, що живуть у цих штатах. Місисипі, Арканзас і Західна Віргінія – найбідніші штати в країні, середньоподушний дохід яких становить менше половини аналогічного показника найбагатшого штату – Конектикуту. Південна Кароліна, Алабама, Луїзіана та Кентукі також входять до одинадцяти найбідніших. Найбідніші штати також пасуть задніх у рейтингах освітнього рівня – близько 20% тамтешнього населення не закінчує середньої школи. У такий спосіб вони потрапляють у порочне коло: відраховані з середньої школи особи заробляють значно менший дохід, ніж випускники середніх шкіл або коледжів, а діти з бідніших родин мають менші

шанси закінчити середню школу. Але чому бідність і неповноцінна освіта підвищують ризик ожиріння? Здавалося б, мало бути навпаки: в бідніших людей *менше* грошей на їжу, щоб ожиріти.

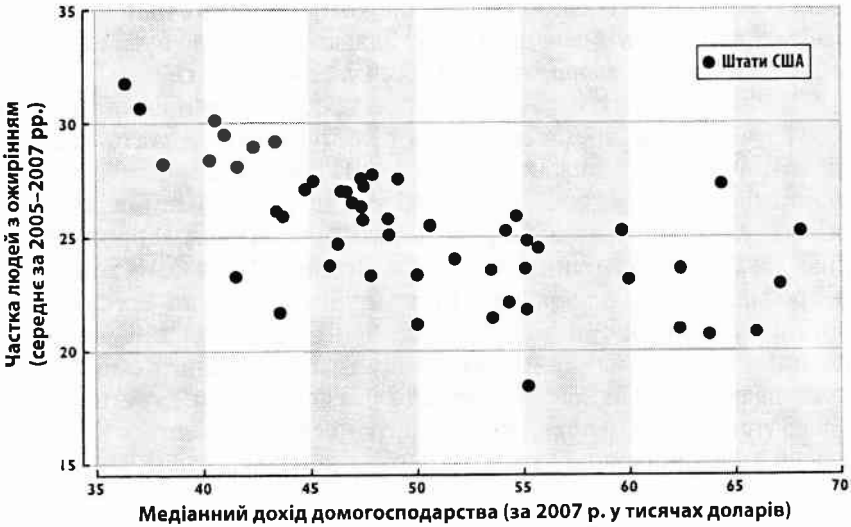
На сьогодні вже весь світ чув про проблему ожиріння, тому ні для кого не буде новиною, що на вулиці багато занадто товстих людей. Фільми й книжки на кшталт «Подвійна порція»* винесли цю проблему на суд громадськості, тож 85% американців, згідно з результатами опитування, проведеного Товариством здоров'я Америки, вважають ожиріння епідемією. Згідно з Центрами контролю й профілактики захворювань Сполучених Штатів та Всесвітньою організацією охорони здоров'я, сьогодні ожиріння займає другу позицію серед найважливіших причин захворювань і смертності, поступаючись лише тютюнокурінню, який воно може перегнати вже в наступні двадцять років, якщо в світі збільшуватиметься кількість людей з надлишковою вагою. Наша їжа не тільки годує, а й убиває нас.

Хоч ожиріння набуло епідемічних масштабів, воно вражає одних людей більше, ніж інших. Міжнародні тенденції повторюють американську закономірність: у заможніших країнах рівень ожиріння в середньому нижчий. До прикладу, в Європі існує невиразна, але помітна тенденція: країни з нижчим середнім рівнем освіти та нижчим валовим внутрішнім продуктом у розрахунку на душу населення характеризуються вищим рівнем ожиріння. Як правило, рівень ожиріння вищий у країнах колишнього Східного блоку та в Східному Середземномор'ї, як-от Греції та Кіпрі. Хоча зв'язок не такий виражений, як у США, але й він промовистий.

Дослідники запропонували кілька пояснень цієї дивної кореляції: від нерозуміння малоосвіченим населенням зв'язку між ожирінням і хворобами до відсутності доступу до здорового харчування. Важко не погодитися, що заможніші люди розвиненого світу справді з більшою імовірністю їдять свіжу, поживну їжу, а в останні кілька років у середовищі вищого прошарку середнього класу намітилася

---

* «Подвійна порція» (*англ.* Super Size Me) – американський документальний фільм 2004 року, в якому головний герой і режисер Морган Сперлок проводить експеримент над собою, вживаючи тричі на день протягом 30-денного періоду винятково їжу з «МакДональдза» і не займаючись спортом. Після закінчення випробувального терміну 32-річний Сперлок, який до експерименту мав спортивну статуру й гарне здоров'я, поважчав на 11 кг, у нього сильно стрибнув рівень холестерину, почалися перепади настрою, сексуальні дисфункції та ураження печінки. Щоб позбутися здобутої ваги, знадобилися чотирнадцять місяців фізично активного життя. Фільм знімався з метою з'ясувати вплив індустрії швидкого харчування на здоров'я людини.



Малюнок 14. Зворотний зв'язок між ожирінням і доходом домогосподарства у США

тенденція до споживання вирощених у їхній місцевості органічних продуктів. Багато людей ігнорують або не знають про небезпеки, пов'язані з високою часткою в харчуванні надміру обробленої і насиченої цукрами «швидкої їжі», легкодоступної в країнах, що розвиваються, як показав у захопливій і насторожливій книжці «Країна швидкої їжі» Ерик Шлосер. Додайте до цього брак фізичної активності, викликаний тим, що дедалі більше людей покидають фізичну працю на заводах і фермах, потрапляючи на робочі місця в сектор обслуговування, яким притаманний довгий доїзд до місця роботи, і отримуємо готовий рецепт для фізичного занепаду організму.

Якщо найбідніше населення світу, що розвивається, залишається відносно худорлявим через реальну нестачу їжі та високий рівень щоденної фізичної активності, потрібної йому для забезпечення базового прожиття, то мірою зростання добробуту деякі представники навіть найбідніших країн світу потрапляють у пастку ожиріння. Здається, вирішальним чинником виникнення епідемії ожиріння є наявність у суспільстві достатньої кількості грошей та достатнього рівня освіти, щоб отримати доступ до на́дміру обробленої їжі та неактивного способу життя, але недостатніх, щоб усвідомити небезпеку переїдання та браку фізичних вправ. Ця «небезпечна ділянка» розвитку, поширюючись на світ, що розвивається, дуже збільшить,

згідно з прогнозами, глобальний тягар ожиріння протягом найближчих десятиліть. Що більше населення Індії та Китаю вливається в лави глобального середнього класу, то більше тамтешні урядовці непокояться з приводу зростання кількості випадків ожиріння, яка подвоїлася за останні десять років – переважно в заможнішого міського населення.

Політичні лідери світу та експерти з питань громадського здоров'я усвідомлюють проблему, але давати їй раду – зовсім інша справа. Цукровий діабет – одна з серйозних хронічних хвороб, викликаних ожирінням – сьогодні став звичним фактом у житті народів, які ще в попередньому поколінні недоїдали. Це «ціна, яку доводиться платити за прогрес», як сказав директор однієї лікарні в Ченаї (Індія), яка спеціалізується на цій недузі. Його безпомічність пояснюється тим, що людей важко змусити змінити спосіб життя. Жиротворна їжа та фізична бездіяльність – сильні наркотики, які звертаються до чогось глибинного в нашій природі, неначе ми генетично запрограмовані потрапити в їхні чари. Так, в певному сенсі, і є.

БЕРЕЖЛИВІ ГЕНОТИПИ Й НЕНАСИТНІ УПОДОБАННЯ

Відомий американський медик і генетик Джеймс Ніл значну частину своєї наукової діяльності провів серед народу яномама в бразильській Амазонії. Спочатку він вивчав еволюцію на дрозофілах, але вирішив перейти на медичний факультет невдовзі після прийому в 1939 році на роботу в Дартмутський коледж і, зрештою, зупинився на людській генетиці. Присвятивши повоєнні роки дослідженню генетичних наслідків атомних вибухів у Хіросимі й Нагасакі (на диво, він з'ясував, що вибухи не викликали інтенсивних мутацій серед населення, яке зазнало радіаційного впливу), він згодом вирішив поєднати свої ранні інтереси, застосувавши генетичні методи в антропології.

Яномама зачарували Ніла тим, що лише недавно вступили в контакт із зовнішнім світом, а це означає, що вони жили в природному стані – мабуть, так само, як жили наші пращури. На думку Ніла, вивчаючи такі популяції, науковці можуть зазирнути в минулий селективний тиск на людський геном, який (як ми знаємо з Частини першої) зазнав вагомих змін під час переходу до рільничого трибу життя. Одна з найбільших змін у середовищі життя людини, гадав Ніл, полягає у зростанні кількості доступної їжі в рільничих суспільствах. Хоча, як нам відомо, палеолітичні мисливці-

збиральники не жили у злиднях і мали доступ до ширшого спектра джерел харчування, ніж їх сусіди-рільники, харчовий раціон рільників фундаментально відрізнявся від мисливсько-збиральницького. Цю різницю можна загалом охарактеризувати як значно вищу частку вуглеводів – цукрози й крохмалю – в нашому харчуванні. В Китаї, наприклад, споживається велика кількість рису, який на 75% складається із вуглеводів. Але завдяки високому рівню фізичної активності сільське населення Китаю майже не потерпає від ожиріння. Зате в китайських містах ожиріння на підйомі, як і цукровий діабет.

Ніл припустив, що цукровий діабет, який рідко трапляється серед мисливців-збиральників, є фізіологічною реакцією на раптове зростання кількості легкодоступних калорій. Те, що забезпечує високу адаптивність для мисливця-збиральника – здатність підтримувати фізіологічні функції в умовах низького споживання калорій, – може бути дезадаптивним в умовах багатшого харчового раціону. Він назвав це явище «бережливим генотипом», і воно стало загальновживаною гіпотезою для пояснення поширеності цукрового діабету, який під дією природного добору мав би бути надзвичайно рідкісним розладом.

Цукровий діабет буває двох типів. Цукровий діабет першого типу проявляється в дитинстві; його лікують за допомогою ін'єкцій інсуліну. Викликається він складним поєднанням чинників спадкової вразливості – варіанта ДНК – та середовища, в якому виростає дитина. Цукровий діабет 2-го типу заплутаніший і зазвичай виникає в дорослому віці (хоч зараз цей тип став з'являтися в підлітків, ба навіть дітей). Часткового його викликають генетичні чинники, а також значні впливи середовища, зокрема харчування: понад 80% людей із цукровим діабетом 2-го типу мають ожиріння.

Найкращий приклад негативних наслідків «бережливого генотипу» можна знайти серед тихоокеанських острів'ян та корінних американців. Самоанці, наприклад, заселили свої острови понад 3000 років тому під час так званої полінезійської експансії з Південно-Східної Азії до Океанії. Під час океанських подорожей, які вони здійснювали в ході своїх неймовірних переселень, люди зазнавали сильних фізіологічних навантажень, які розтягувалися на цілі тижні. Вірогідно, що відбувався посилений добір людей, організми яких могли скоротити темпи спалювання калорій. Такий «бережливий генотип» мав би давати фантастичну вигоду під час морської подорожі, але міг приносити багато проблем, коли група досягала свого пункту призначення. Проте, як і в інших суспільствах, що займаються натуральним господарством, високий рівень

фізичної активності в повсякденному житті донедавна запобігав епідемії ожиріння.

Однак коли європейці занесли на острови сучасну цивілізацію, самоанці припинили доглядати поля й виходити в море на веслах, щоб ловити рибу на своїх каное з рівноважниками, а натомість почали проводити більшу частину часу без фізичної активності. Особливо ж на американському Самоа харчування населення, колись багате на рибу й овочі, уподібнилося дієті пересічного континентального американця, в якій домінує завізна їжа на кшталт консервів «Spam» (які потрапили в харчування самоанців через американських солдатів під час Другої світової війни) та інших надміру оброблених харчів. Як наслідок, майже дві третини міського населення Самоа сьогодні патологічно огрядні, ба навіть серед тамтешніх селян 50% осіб потерпають від ожиріння. Такі особи можуть стати неперевершеними борцями сумо (один із провідних борців 1990-х років Мусасимару Койо походив із Самоа), але через ожиріння ця острівна країна посідає одне з перших місць у світі за частотою захворювань на цукровий діабет: 25% самоанців і 15% самоанок хворіють на нього. Інколи бережливість убиває.

Індіанці піма південно-західної частини США та північної Мексики також демонструють насторожливо сильну кореляцію між способом життя і цукровим діабетом. Піма, які живуть у Сполучених Штатах, відомі найвищою частотою захворювань на цукровий діабет у світі (близько 40%). Вони, як і самоанці, стали жертвами спокус сучасного способу життя. А їхні близькі родичі, що опинилися по інший бік мексикансько-американського кордону, зберегли традиційний спосіб життя і вищий рівень фізичної активності, тому в них відповідно нижча частота захворювань цукровим діабетом (хоч усе-таки відносно висока) – близько 7%. З американським способом життя явно щось не так, якщо він уп'ятеро збільшив ризик захворіти на цукровий діабет серед індіанців піма. Це «щось» тісно пов'язане із великою кількістю калорій у типовому американському харчовому раціоні, багато з яких потрапляють в організм у вигляді оброблених вуглеводів і жирів, а також із низьким рівнем активності в нашій осілій культурі.

Переїдання і низький рівень фізичної активності, які призводять до ожиріння, та тютюнокуріння, яке призводить до гіпертонії та раку, – це головні причини смертей, яким можна запобігти, в сучасному світі. Як говорить мій лікар: «Насправді, все дуже просто: займайтеся фізичними вправами, не куріть – і будете здоровими». Але такого рецепту непросто дотриматися, бо проти нього ополчи-

лися кілька особливостей нашого еволюційного багажу. По-перше, бажання їсти – це базовий інстинкт виживання, тому намагання скоротити кількість споживаної їжі, по суті, протиприродне. По-друге, нашим мисливсько-збиральницьким предкам ідея фізичних вправ заради фізичних вправ здалася би кумедною, бо їхня мета, як і в більшості сучасних мисливців-збиральників, полягала в тому, щоб мінімізувати кількість енергії, яка витрачається на повсякденні заняття, адже замість кожної витраченої калорії потрібно добувати нову, шукаючи ще їжі. Нарешті, хімічні сполуки на кшталт нікотину подібні до речовин, які природно зустрічаються в наших організмах. Тому на поверхні наших нервових клітин є рецептори, які стимулюються такими сполуками. На превеликий жаль, молекула, яка еволюціонувала для захисту рослини тютюну від шкідників, виявилася стимулятором для людського організму, а найпростіший спосіб введення цієї сполуки в нашу систему – спалювання листочків тютюну – має за побічний продукт високий уміст смол, які є головним винуватцем канцерогенних наслідків куріння.

Те, що відбувається, можна охарактеризувати яко докорінний зсув у причинах хвороб від зовнішніх до внутрішніх загроз. Дедалі частіше ми самі спричиняємо власну смерть, а не стаємо жертвами якихось інших сил, що перебувають поза нашим контролем. Ця зміна простежується в гострішій увазі державних відомств з охорони здоров'я до хронічних захворювань на кшталт цукрового діабету. Центри контролю й профілактики захворювань США, наприклад, засновано в 1942 році для боротьби з малярією, що тоді часто траплялася в південних штатах. Пізніше їхня діяльність зосередилася на вакцинації та нових інфекційних хворобах, але в наші дні Центри значною мірою займаються серйознішими небезпеками, що їх становлять неінфекційні хвороби. Вагому частину їхньої роботи становить епідеміологічна діяльність, але вагоме місце в ній також посідає інформування про небезпеки неякісного харчування, браку фізичних вправ та куріння. Інформаційні буклети та дедалі частіше Інтернет-комунікації стають сучасними еквівалентами вакцини від віспи. Проте, на відміну від вакцини, захистити пацієнта в цьому випадку можливо лише за умови його терплячої участі в процедурі протягом усього життя – а це те, чим важче заручитися, ніж передбачуваною імунною реакцією на вакцинацію.

Недавній спільний звіт центрів та неприбуткової організації RTI International пояснив ожирінням значну частку чималого зростання витрат на охорону здоров'я в США за останнє десятиріччя. Загалом, згідно з їхніми підрахунками, люди з ожирінням в середньому об-

ходяться в $ 4871 для системи охорони здоров'я, тоді як люди зі здоровою вагою – в $ 3442. За словами Ерика Фінкелштайна, відповідального за звіт, «ожиріння – найбільша окремо взята причина зростання вартості охорони здоров'я». Почастішання ожиріння серед американців – не просто загроза для здоров'я народонаселення, а ще й економічна бомба з часовим механізмом.

В «Долівуді» я на власні очі побачив майбутнє – можливе майбутнє, в якому силует людського тіла зміниться настільки, що люди ходитимуть перевальцем і не могтимуть вміститися в сидіння, розраховані на досить товсті тіла; в якому навіть дрібна фізична діяльність викликатиме задишку і в якому склад продукту харчування звучатиме, наче урок із хімії, а не як щось апетитне. Але щоб зупинити епідемію ожиріння, в якій у складний спосіб поєдналися генетика, дохід, освіта та культура, потрібно зробити більше, ніж просто приписати щоденні прогулянки й обмежене споживання чизбурґерів і солодких газованих напоїв. Потрібно розуміти довгочасну історію людських хвороб, а також як друзі – рослини, які ми їмо, – кінець кінцем стають ворогами.

ТРИ ХВИЛІ

Наприкінці лютого 2003 року один китайський лікар вирушив до Гонконґу на весілля до свого небожа. Йому нездоровилося перед виїздом, але він вирішив, що це дрібна застуда або хай навіть грип. Йому й на думку не могло спасти, що він ненароком викличе глобальну епідемію, яка в кінцевому підсумку торкнеться тисяч людей із усього світу, призведе до смерті сотень і викличе помітний спад у світовому виробництві, рівноцінний близько $ 10 мільярдів. Доходи туристичної галузі – від авіаквитків, готельних номерів, харчування в ресторанах – впали на 9% по всьому світу, а в Сингапурі та деяких інших містах Південно-Східної Азії відвідувачів досі обстежують на постах безпеки в аеропортах за допомогою інфрачервоного світла, ніби в науково-фантастичних фільмах. Надто червоне обличчя накличе підозру в гарячці і потягне за собою подальші питання з боку медичних чиновників, які мають переконатися, що мандрівник не несе небезпечної інфекційної хвороби.

Цей лікар ненароком заразився новим вірусом, котрий, як нині відомо, належить до родини коронавірусів, до якої також входять віруси, що викликають застуду. Але в нашого китайського лікаря був не просто нежить. У людей із новим вірусом підстрибувала тем-

пература, потім розвивалася пневмонія і, в 10% випадків, людина помирала від надміру рідини в легенях. Так з'явився тяжкий гострий респіраторний синдром (SARS), або атипова пневмонія.

У SARS найбільше вражає швидкість його поширення. Почавшись десь наприкінці 2002 року в Південному Китаї з того, що курячий або свинячий вірус перебрався з тварини на людину – мабуть, працівника харчової промисловості, – SARS до кінця березня 2003 року дістався до таких віддалених країн, як Канада, Швейцарія та ПАР. Всі люди, що заразилися вірусом, відвідували Південно-Східну Азію, але з квітня поширилося похідне зараження, коли вірус потрапив від перших носіїв на їхніх друзів, родичів і медичних працівників. Цією швидкістю він завдячував легкості передавання, аналогічній вірусу застуди: через чхання та контакт із інфікованою особою.

Правду кажучи, SARS не був масовим убивцею. Значно більшої шкоди завдали страх і параноя, які він викликав і які в 2003 році призвели до банкрутства багатьох азійських компаній та кількох авіаперевізників. Рівень смертності від цього вірусу хоч і перевищував у 3–4 рази відповідний показних вірусу грипу в глобальній пандемії 1918–1919 років, коли померло близько 20 мільйонів людей, поступався багатьом іншим хворобам. До таких смертоносніших хвороб належать пропасниця Ебола, спалахи якої досі обмежувалися віддаленими місцевостями в Центральній Африці, пропасниця Ласа, Марбурзький вірус та інші, рівень смертності від яких наближається до 100% – значно тривожнішої цифри, хоча ізольований характер їх спалахів та складні механізми передавання пом'якшують небезпеку від них.

Інша справа – жваво обговорювана потенційна пандемічна небезпека від так званого пташиного грипу (H_5N_1), результатом якого на сьогодні були понад 50% летальних випадків серед усіх інфікованих. Пташиний грип, як зрозуміло із його назви, потрапив у людський організм через тісний контакт із птахами. Такого роду контакт найчастіше відбувається на фермах і ринках, а його виникнення в Китаї та Південно-Східній Азії, на думку експертів, було наслідком особливо тісного контакту між людьми та їхніми домашніми качками й курми в цьому регіоні, який став рідкістю в багатьох інших частинах сучасного світу, де панує промислово-товарне фермерство. А поширення в 2009 році менш смертельного свинячого грипу, схожого за структурою на штам грипу з епідемії 1918 року, наштовхнуло деяких експертів на думку, що ми перебуваємо на порозі зіткнення із новою пошестю біблійного масштабу.

Виявляється, що «нова загроза» смертоносних хвороб, які поширюються через тісний контакт із тваринами, взагалі не нова. У впливовій книжці «Епідемії та народи», що побачила світ 1976 року, канадсько-американський історик Вільям Мак-Ніл вивчив вплив хвороб, зокрема епідемічних, на історію людства. Хвороби, стверджує історик, здавна були каталізаторами важливих історичних подій. Він учинив переворот у науці, зібравши неспростовні докази щодо ролі Монгольської імперії в епідемії «чорної смерті» в Європі XIV сторіччя та щодо значення євразійських хвороб для підкорення іспанськими конкістадорами корінних імперій Америки. «Зброя, мікроби і харч» Джареда Даймонда* – мабуть, найвідоміша з чималої кількості нещодавніх праць, які зазнали впливу ідей Мак-Ніла.

В «Епідеміях і народах» Вільям Мак-Ніл вивів походження багатьох поширених у наш час хвороб зі змін у людських суспільствах часів неоліту. Чимало таких змін ми вже знаємо з попередньої частини: зокрема, зростання кількості людей, які жили поруч у відносно невеликому місці, що створювало потрібні умови для швидкого передавання хвороб інфікованими індивідами, та достатньо великий резерв незаражених людей, щоб могла розвинутися епідемія. Але найважливішим чинником, безумовно, було одомашнення тварин. Коли в ранніх рільничих громадах зросла чисельність населення, полювання втратило господарський сенс – як і у випадку з насіннєвмісними травами, поголів'я диких тварин обмежувалося природною утримувальною здатністю землі. Це означало, що багато видів в результаті надмірного полювання опинилися на межі зникнення. Потреба в стабільному джерелі харчу спонукала людські популяції Близького Сходу почати одомашнення вівці, кози, свині та корови із їхніх диких предків близько 8000 року до н.е., а людські популяції Південно-Східної Азії – одомашнити курку близько 6000 року до н.е. Так у неолітичному харчуванні з'явилося надійне джерело м'яса, але співжиття великої кількості людей і тварин в одному місці створило безпрецедентне середовище в історії людства.

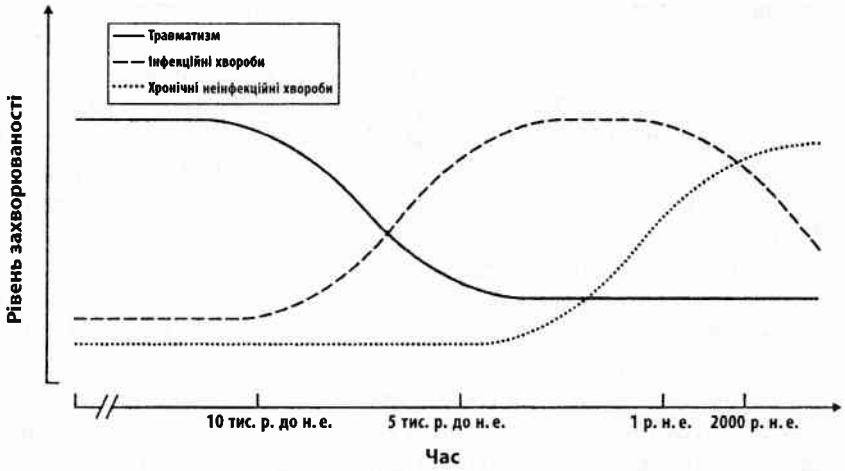
Вперше люди й тварини жили однією громадою. Якщо палеолітичні мисливці, безперечно, вступали в контакт зі своєю дичиною після успішного полювання, кількість контактованих тварин була крихтою порівняно з одомашненими неолітичними стадами. До того ж більшість упольованих тварин були вже мертвими, що зменшувало

* Ця праця нещодавно побачила світ в українському перекладі: Даймонд Джаред. Зброя, мікроби і харч: Витоки нерівностей між народами / Пер. з англ. Тарас Цимбал. – К.: Ніка-Центр, 2009. – 488 с.

ймовірність передавання багатьох хвороб, але полегшувало, мабуть, передавання переношуваних кров'ю інфекцій. Почавши жити поруч із тваринами впродовж усього життя, а надто в дитинстві, ми значно збільшили шанси передавання хвороб. Хоча деякі інфекції такого роду, можливо, завжди існували в тваринних і людських популяціях, зненацька в них з'явилися нові можливості для зміни організма-хазяїна. На вулицю мікроорганізмів прийшло свято.

Згідно з Мак-Нілом, серед хвороб, спільних для людей та їхніх одомашнених тварин, 26 люди поділяють із курми, 42 – зі свинями, 46 – із вівцями й козами та 50 – із коровами. Більшість найстрашніших бичів людського здоров'я до винайдення вакцинації в XVIII сторіччі прийшли з наших сараїв, зокрема, кір, туберкульоз, віспа та грип. Бубонну чуму від щурів, які жили в людських поселеннях, перенесли на нас блохи. Наскільки відомо з археологічних матеріалів, жодна з цих так званих зоонозних хвороб (від грецького «зоон» – тварина та «нозос» – хвороба) не вражала наших палеолітичних предків – всі з'явилися протягом неоліту у зв'язку з поширенням сільського господарства. Мак-Ніл припускає, що багато моровиць, описаних у Біблії, відображають спалах зоонозних захворювань, який супроводжував постання міських цивілізацій неоліту, бронзової та залізної діб.

Отже, можна констатувати, що в такий спосіб на історичну арену зійшло нове джерело людської смертності. Але це логічно порушує питання: а від чого ж люди помирали до розвитку агрокультури? Невже вони не хворіли? Звісно, хворіли. Можливо, макропаразити – такі як стрічковий черв'як, якого можна побачити неозброєним оком – створювали проблеми нашим далеким предкам. Проте більшість таких інфекцій не викликала нічого серйознішого за короткочасну неміч, якій далеко до гострих, виснажливих симптомів на кшталт гарячки, відмови органів або смерті – можливо, до певної міри через те, що ми дуже довгий час жили разом із цими паразитами. Протягом мільйонів років еволюційного процесу, відомого яко мутуалізм, паразит починав викликати менш гострі фізичні симптоми в свого хазяїна (людини), бо самому паразиту мало вигоди від убивства хазяїна, який є для нього джерелом живлення, а ми, своєю чергою, пристосовувалися до присутності паразита. Загальне правило таке: що довше інфекція взаємодіє з хазяїном, то менш вірулентною вона стає, а симптоми, які вона викликає в нього, через багато поколінь стають менш тяжкими. Нові ж хвороби, які несподівано спалахують у раніше не займаних ними популяціях, часто ведуть до крайніх наслідків, зокрема летальних.



Малюнок 15. Зміна «хвиль» хвороб за останні 15 тисяч років

Якщо макропаразити не могли викликати помітної смертності в палеолітичні часи, а більшість хвороботворних мікроорганізмів ще не мали можливості перебратися від тварин до людей, то від чого ж помирали мисливці-збиральники? Як стверджував британський еволюційний біолог Джон Бердон Сандерсон Голдейн, травматичні ушкодження були найвірогіднішою причиною смертності впродовж більшої частини історії людства. Чи означає це, що ми походимо від раси незграб, які спотикалися й падали протягом всього палеоліту? Ні, бо йдеться про рани, отримані під час полювання та сутичок із іншими групами, травми, пов'язані з пологами (які ще донедавна були значним джерелом смертності як матерів, так і дітей), та випадкові падіння й утоплення. Всі ці нещасні випадки, до яких додається зараження ран, були найпоширенішою причиною нездужання та смертності мисливців-збиральників.

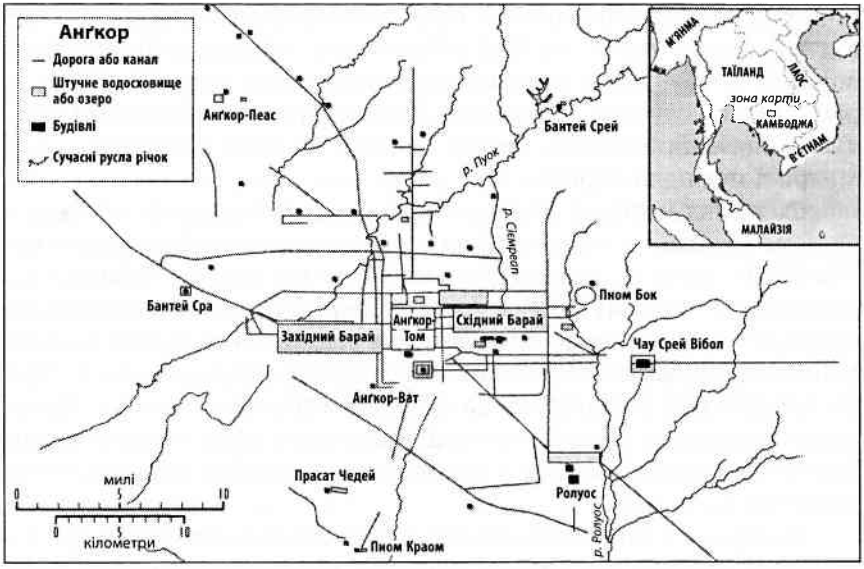
Таким чином, у нас назбируються дані, які свідчать про цікаву тенденцію – три хвилі смертності, які заступають одна одну, починаючи з палеоліту і до наших днів. Перша хвиля – травматизм – охоплює час від наших гомінідних предків і до світанку неолітичних часів. Коли ж люди осіли й почали одомашнювати тварин замість полювати на них, інфекційні хвороби почали витісняти травматизм яко важливу причину смертності. Друга хвиля – інфекційні хвороби – залишалися найважливішою причиною смертності до появи антибіотиків у середині XX століття. Остання хвиля почалася з XX сторіччя в розвинених країнах, де вакцинація та поширене засто-

сування антибіотиків звели загрозу інфекційних хвороб до мізерності. Зараз, вистоявши супроти загроз травматизму й інфекцій, ми вступаємо в нову добу, коли найбільшу небезпеку становлять хронічні хвороби. До XX століття більшість людей помирали відносно молодими, тобто до того, як ці недуги – зокрема, цукровий діабет, гіпертонія, інсульт і рак – мали можливість розвинутися. За допомогою сучасної медицини ми обміняли кару травмами й інфекціями на загрозу зсередини наших тіл.

Цей перехід від одного типу небезпеки для здоров'я до іншого видається одним із законів людського розвитку, який дає змогу прогнозувати, що відбудеться, коли менш розвинені країни світу проміняють натуральне сільське господарство (із трибом життя, який не надто відрізняється від того, який провадили наші неолітичні пращури) на дива сучасного світу. Втім, поки що інфекційні хвороби залишаються найбільшою загрозою для здоров'я в більшості країн колишнього «третього світу». Зокрема, одна інфекційна хвороба вбиває більше людей, ніж будь-яка інша в світі – понад два мільйони щороку, 90% з яких – африканські діти до п'яти років. Йдеться про малярію. Проте малярія, на відміну від більшості інших інфекційних хвороб, що вражають нас, не походить від жодної домашньої тварини. Мабуть, вона існувала, хоч і менш помітно, навіть у палеоліті. Піднесення її лихої слави ілюструє інші чинні наслідки Неолітичної революції та показує, як рішення людей щодо архітектури й містопланування можуть мати катастрофічні непередбачені наслідки. Але матеріал для цієї історії нам дають не археологічні розкопи, а ДНК.

ЛАНДШАФТНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ГЕНОМУ

Мабуть, логічно було, що людина, якій приписують відкриття Анґкора, величного храмового комплексу в Камбоджі, померла 1861 року від малярії в джунглях Лаосу. Французький дослідник Анрі Муо попередні три роки присвятив обстеженню пам'яток Таїланду, Камбоджі й Лаосу, а також популяризував їх серед західного читацтва своєю книжкою «Подорожі центральною частиною Індокитаю, Камбоджі й Лаосу протягом 1858–1860 років», виданою 1863 року. Місцеве населення, ясна річ, знало про існування пам'ятки, але в добу колоніалізму саме Муо приписали заслугу її відкриття для людства. Його поетичні описи заохотили до спроб реконструкції пам'ятки, яка до сьогодні лишається одним із найгарніших рукотворних краєвидів світу.



Малюнок 16. Анґкор – найбільше доіндустріальне місто світу

Храмовий комплекс Анґкор протягом IX–XV сторіч почастинно будували правителі Кхмерської імперії – наймогутнішої держави материкової частини Південно-Східної Азії. До його складу входять знамениті храми Анґкор-Ват і Байон, обидва визначні гігантськими кам'яними спорудами та велетенськими головами Будди. За допомогою супутникового обстеження нещодавно було виявлено, що загальна площа Анґкора становить неймовірні 1000 км^2. Це було найбільше доіндустріальне місто в світі – більше навіть сучасного Нью-Йорка. В цьому комплексі храмів та осель у пік його розвитку мешкали понад 750 тисяч осіб, але в середині XV сторіччя населення покинуло його та всі його храми на розтерзання джунглям, за винятком Анґкор-Вату.

Вчені запропонували кілька теорій, щоб пояснити, чому мешканці покинули це величезне місто, але істина нікому достеменно не відома. Війна з Тайською імперією, розташованою на північний захід від Кхмерської, могла виступити допоміжним чинником, але більшість дослідників сьогодні схиляються до думки, що екологічні причини справили вирішальний вплив на долю кхмерської столиці. Прогодування 750 тисяч ротів та утримання складної політико-релігійної інфраструктури Анґкора вимагало величезних природних ресурсів, як і будь-яке сучасне місто. Найважливіший із них – вода,

потрібна не тільки для пиття, а й для заливного рисівництва, з якого годували населення міста. Щоб забезпечити таку величезну кількість води, було збудовану складну систему каналів, через яку вода з річок Пуок, Ролуос та Сіємреап стікалася в гігантські водосховища, які називалися бараями. Великі частини Анґкора відводилися під відкриті поля для вирощування рису.

Схоже, кліматичні зміни в Північній півкулі, пов'язані з закінченням середньовічного Малого льодовикового періоду, протягом XIV–XVII століть порушили мусонний цикл у Південно-Східній Азії, викликавши нестачу води в Анґкорі, яка призвела до покидання багатьох рисових полів, коли затрати води на них перевалили за допустиму міру. Релігійні зміни цього періоду (які, напевно, сталися до певної міри у відповідь на суворіші кліматичні умови) також могли спонукати деяких мешканців покидати кхмерську столицю. Але несподіваний внесок у занепад міста зробив перетворений людиною ландшафт.

Малярія – найвідоміша трансмісивна людська хвороба («трансмісивна» означає, що вона передається від людини до людини за посередництва іншої тварини – переносника). В цьому випадку переносником виступає москіт, зокрема представники роду Anopheles. Самки цього роду для поповнення запасу амінокислот, потрібних їм, щоб виробляти яйця, п'ють кров тварин за допомогою модифікованих частин рота, що функціонує як своєрідний шприц для підшкірних ін'єкцій. Щоб при цьому кров донора не згорталася і не забивала кровопитну систему комахи, москіт впорскує невелику кількість своєї слини, яка містить антикоагулянти, в тканину, що оточує місце укусу. В такий спосіб самка москіта отримує безперешкодний доступ до крові донора, водночас створюючи неперевершені можливості для переміщення мікроорганізмів від одного хазяїна до іншого.

Нині відомо, що малярію викликає найпростіший організм із роду плазмодій (Plasmodium). Ці невеликі багатоклітинні організми, мабуть, попервах поширювалися шляхом безпосереднього ковтання хазяїном зараженого матеріалу, як-от відходів або зіпсованої води – так само, як поширюється більшість інших інфекційних хвороб. Але в якийсь момент їхні далекі предки розвинули здатність заражати червоні кров'яні тільця, що відкрило новий шлях для передавання хвороби. Кусаючи заражену тварину, самка кровопивця Anopheles засмоктує в слинну залозу заражену паразитом кров, який потім упорскується в організм наступної укушеної тварини. Гарний прик-

лад еволюції в дії, а також глибинна причина лиха, яке нині вбиває мільйони людей щороку.

До XX століття вважалося, що малярію спричиняє поганий ландшафт, зокрема вогке повітря біля багнистих місць (mala aria в перекладі з італійської означає «погане повітря»). Тому європейські дослідники намагалися обходити їх десятою дорогою. Москіти, звісно, докучали їм, але зв'язок цих комах із жахливою лихоманкою, яка супроводжувала цю смертоносну хворобу, не усвідомлювався до появи сучасної медицини. Втім у певному сенсі перші європейці мали рацію: погана місцина веде до хвороби, хай і не через погане повітря довкола боліт. Натомість її роль пов'язана з наявністю вогких, сирих розплідників для москітів у болотистих місцях, в яких розводилася велика кість голодних самок москіта, що збільшувало ймовірність передавання малярії.

У статті 1992 року французький епідеміолог Жак Вердраже висунув гіпотезу, що коли були покинуті заливні рисові поля Анґкора, вони стали ідеальним розплідником для малярійних москітів, зокрема поширеного в Південно-Східній Азії виду Anopheles dirus. Коли зросла кількість переносників малярії, відповідно збільшилася кількість інфікованих людей, що започаткувало подальший порочний цикл: що більше людей помирало або покидало Анґкор, то більше з'являлося запущених заливних полів. За кілька поколінь місто майже повністю знелюдніло. Хоча не відомо, наскільки значну роль зіграв цей процес у занепаді Анґкора, викликає довіру теза про те, що докучливі москіти посприяли руїні найбільшого міста світу.

Москіти Anopheles трапляються по всьому світу. Близько сорока видів цього роду можуть переносити Plasmodium. Це здебільшого тропічні або субтропічні види, які особливо поширені в Африці, Південно-Східній Азії та Латинській Америці. Відштовхуючись від повсюдності москітів та їхньої ролі в передаванні малярії, багато дослідників доісторичного минулого людства здавна гадали, що малярія виморювала людство впродовж більшої частини його еволюційної історії. Але нещодавні дослідження в галузі генетики оприявнили складнішу історію.

Науковий працівник Національного інституту здоров'я Дейрдре Джой разом із колегами вивчала ДНК паразитів-плазмодіїв і з'ясувала, що всесвітня популяція виду Plasmodium falciparum, який викликає найнебезпечнішу форму малярії, почала дивергувати принаймні 50 тисяч років тому. З цієї дати випливає, що перші люди брали африканську малярію в свої навколосвітні подорожі за межі Африки, найдавніша з яких почалася близько того часу. Ще цікаві-

ше те, що Джой із колегами знайшла докази масового поширення малярії, яку розносить вид Plasmodium falciparum, за межі Африки в останні 10 тисяч років – той самий час, коли відбулося неолітичне поширення агрокультури.

Інше генетичне дослідження виявило нещодавню комплементарну зміну, але цього разу в *людському* геномі. Генетик із Університету Пенсильванії Сара Тишкоф разом із колегами провела ретельний аналіз генетичної мінливості гена G6PD, знайшовши докази посиленого добору, спрямованого на цей ген в останні 10 тисяч років. G6PD – це фермент, який розщеплює глюкозу – цукор із їжі – на субклітинні енергетичні комплекси, що називаються нікотинамідадениндинуклеотидфосфатом, або NADPH. NADPH – одна з електростанцій наших клітин, яка разом зі своєю біохімічною сестрою NADH та ATP є кінцевим пунктом призначення для всієї енергії, яка міститься в їжі. Інакше кажучи, G6PD – дуже важливий фермент, функціонування якого відточувалося впродовж мільйонів років еволюційної історії. Проте в деяких людських популяціях G6PD містить мутацію, яка шкодить його функціональності. Хвороба, яка виникає в результаті мутації, називається фавізм. Назва її пов'язана з тим, що симптоми фавізму проявляються при споживанні кінського бобу*. Такими симптомами можуть бути: анемія, жовтяниця та ниркова недостатність. Гостра форма фавізму – згубна хвороба, яку можна побажати хіба заклятому ворогові.

Проте певне зниження функціональності G6PD викликає цікавий побічний ефект: оскільки G6PD особливо активний у червоних кров'яних тільцях, у них найгостріше відчуваються наслідки його нестачі – саме там, де найактивніше паразитує Plasmodium. У ході свого репродуктивного циклу в червоному кров'яному тільці малярійний паразит викачує запаси NADPH для власних цілей, адже він, у кінцевому підсумку, *паразит*. Це настільки порушує метаболізм клітини, що вона фактично вчиняє самогубство, вбиваючи паразита разом із собою. Діти з успадкованим дефектом функціонування G6PD, будучи генетично схильними до фавізму, разом із тим здобувають захист від малярійного паразита.

Тишкоф із колегами застосувала методи, подібні до методів Джонатана Причарда, про які ми дізналися в Частині першій, щоб вивчити розмаїття ділянок довкола варіантів G6PD. Вони зупинилися на двох варіантах: один поширений в Африці, а інший – в середземноморських людських популяціях (зазвичай трапляється з

* Vicia faba.

частотою близько 20%, залежно від популяції). Оцінивши генетичне розмаїття, пов'язане з кожним із варіантів, генетики розрахували, що африканський варіант має вік від 3840 до 11 760 років, а середземноморський виявився ще молодшим – від 1600 до 6640 років. Іншими словами, обидва варіанти постали в останні 10 тисяч років. Це приголомшливе відкриття, адже воно, в поєднанні з результатами дослідження геному плазмодія, свідчить, що малярія стала бичем людства в останні 10 тисяч років.

Ті, хто уважно стежив за ходом думки, вже зрозуміли, що це був саме час великих неолітичних змін у людському суспільстві. Малярія – дуже давня хвороба, яка, мабуть, вражала тропічних мисливців-збиральників десятки тисяч років тому, стала набагато грізнішою небезпекою, коли ми осіли й почали обробляти землю. Навіть якщо її поширення частково пояснюється зростанням густоти населення в рільничих громадах, певний внесок у нього зробили й самі методи рільництва. Зокрема, спосіб перетворення ландшафту, до якого вдавалися перші рільники в малярійних регіонах, безсумнівно призводив до частішання захворювань на малярію. Як і в випадку Анґкора, розчищення великих лісових територій (що мало місце в тропічній Африці) та створення водосховищ і застійних каналів (на Близькому Сході) забезпечувало ідеальні умови для розмноження москітів. Москіти Anopheles розмножуються в мілких, освітлених сонцем водоймах, яких бракувало в дорільничу епоху. Почавши розчищати ліс і вирощувати сільськогосподарські культури, люди посприяли поширенню цих комах. Виробляючи харч та перепроектовуючи ландшафт, ранні африканські рільники тим самим сіяли зерна нових епідемій.

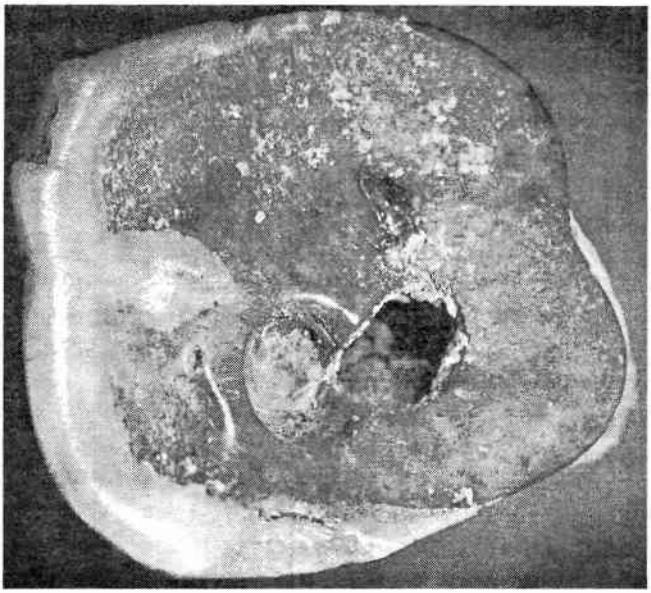
Таким чином, малярія вписується в логіку розвитку інших інфекційних хвороб, частота захворювань на які зросла в часи неоліту. Друга хвиля наринула повною силою, а її наслідки можна досі побачити у геномах хвороботворних організмів та людини. Зростання мобільності населення в останні двісті років призводить до перемішування котла інфекційних хвороб із небаченою швидкістю, а авіалайнер виконує роль сучасного еквівалента зрошувального каналу. Новоз'явлені інфекційні хвороби обіцяють стати серйозним викликом протягом наступних кількох десятиріч, як свідчать свинячий грип, новий варіант хвороби Кройцфельдта–Якоба та ВІЛ. Але довгочасну війну доведеться вести не з цими мікроорганізмами, а з нашою власною біологією. Ця третя хвиля хронічних хвороб ще тільки здіймається на вершину. Її видирання з небуття нагору стане нашим наступним пунктом призначення.

ВУГЛЕВОДИ І КАРІЄС

Село Мерґар, що в сучасному Пакистані, лежить у затінку гірського хребта Тоба-Какар, що є частиною західних Гімалаїв і вершини якого перевалюють за 3 тисяч метрів. Ці віддалені й рідко відвідувані гори в 2004 році вважалися місцем схованки Осами бен Ладена. Боланський перевал – єдиний відносно легкий перехід через хребет – упродовж тисячоліть слугував ворітьми до Південної Азії. Подорожуючи з Центральної Азії в Індію, мандрівник спускався з гір і опинявся на посушливій рівнині Качі, що лежить на захід від великої ріки Інд, яка розтягується на три тисячі кілометрів від свого джерела в Тибеті до місця впадіння в Аравійське море. Не дуже вдале місце для побудови села, але саме тут понад 9 тисяч років тому було засновано Мерґар.

Це одне з найдавніших неолітичних поселень у світі і найдавніше в Південній Азії. Яко передвісник Індської цивілізації III тисячоліття до н.е., яку представляють величезні поселення Гарапа та Могенджо-Даро далі на схід, Мерґар починаючи з 1970-х років став об'єктом масштабних археологічних розкопок. Як і в неолітичних поселеннях Близького Сходу, тут із плином часу спостерігається тенденція до дедалі більшої залежності від одомашнених тварин і рослин. Судячи з найглибших шарів у розкопах, люди продовжували полювати на велику дичину, але цей промисел різко припинився, коли з'явилися одомашнені тварини. Мешканці Мерґара вирощували пшеницю та ячмінь, а також тримали корів, кіз та овець. Жили вони в хатинах із саману, займалися гончарством і обробляли метал, яким торгували із сусідніми регіонами: було знайдено лазурит із Памірського плато, розташованого за 800 кілометрів на північний схід, та мушлі з Індійського океану. Мешканці неолітичного Мерґара вели, за багатьма ознаками, типовий неолітичний спосіб життя. А також страждали на карієс.

Із усіх мерґарських знахідок найбільше інтригують докази найдавніших стоматологічних операцій. Їх знайдено аж у найдавніших шарах поселення, що датуються 7000–5500 роками до н.е. Позаяк на вулиці йшов неоліт, для свердління зуба використовували кам'яне знаряддя. Згідно з дослідниками мерґарських зубів, для обертання тонкого свердла використовували лук (лучковий дриль), за допомогою якого неолітичні стоматологи за кілька секунд робили готовий отвір. Те, що просвердлені отвори обмежуються задніми кутніми зубами, свідчить, що їх робили не в декоративних цілях, тож це не були ранні прояви гіп-гопного мистецтва прикрашання зубів. Також

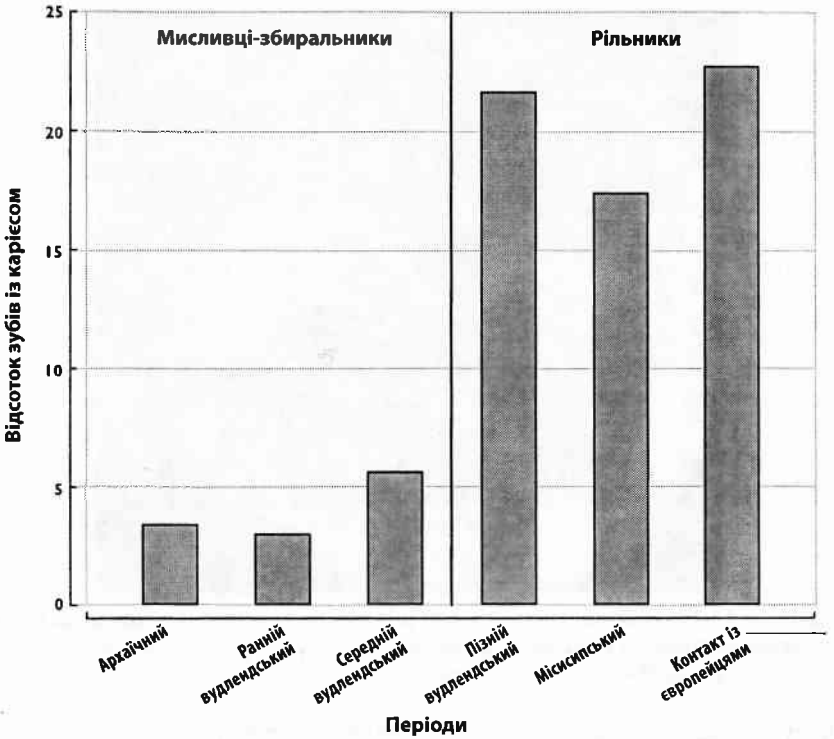


Малюнок 17. Неолітичний кутній зуб зі слідами стоматологічної операції (просвердлений отвір) із Мерґара (Пакистан). Фото публікується з ласки д-ра Луки Бон-Діолі та д-ра Роберто Макк'яреллі

на зубах видно сліди зношування довкола просвердлених дірок, яке з'явилося в результаті жування після операції. А отже, зуб свердлили на живій людині. З цього випливає висновок, що люди зносили болючу операцію, щоб полегшити карієсний біль.

Карієс траплявся надзвичайно рідко в давніших, палеолітичних, зубах (а також у сучасних мисливців-збиральників), але різко почастішав у неолітичних громадах. Найкращі дані з цього приводу зібрав Кларк Спенсер Ларсен, вивчивши стародавніх корінних американців. Найдавніше населення, яке займалося мисливством і збиральництвом, мало карієс на менш ніж 5% обстежених зубів. Зате після переходу до агрокультури ознаки карієсу спостерігаються на четвертині всіх зубів – разюче зростання. Тому і не дивно, що мерґарці ладні були терпіти ручне свердління кам'яним свердлом, адже їхні зуби, дослівно, згнивали прямо в роті.

Почастішання карієсу під час неоліту пов'язане з різким зростанням частки вуглеводів – крохмалю – в харчуванні. Палеолітичні мисливці-збиральники харчувалися дуже розмаїтим спектром їстівних продуктів, до якого входило чимало необроблених тваринних і рослинних матеріалів, які чистили зуби під час жування, тоді як



Малюнок 18. Зростання частоти карієсу після переходу до агрокультури на основі обстеження зубів із розкопок на південному сході США. Пізній вудлендський період, за якого з'явилася агрокультура, тривав протягом 500–1000 років н.е.

неолітичний харчовий раціон складався значною мірою із обробленого, багатого на крохмаль зерна культурних злаків – відокремленого від полови, перемеленого й звареного (часто в поєднанні із іншими інгредієнтами), в результаті чого зерно повністю втрачало свій початковий вигляд. Мені випадала нагода відвідати села новогвінейських низовин, де майже всі харчові калорії отримуються із крохмалистих «пудингів» і «млинців», які добуваються зі стовбурів сагової пальми. Не найочевидніше джерело їжі – уявіть першу людину, яка запропонувала їсти розмочену деревину колючої тропічної рослини, – але легкодоступне джерело крохмалю. До того ж набагато легше скористатися щедрою кількістю крохмалю – синицею в руках, аніж збирати широкий асортимент їжі чи ловити лісову дичину або рибу заради білка – журавля в небі. Тож люди обрали найлегший шлях.

Сучасна дієта Еткінза та її низьковуглеводні аналоги: дієта південного пляжу та палеолітична дієта, – це модифіковані версії харчового раціону, яким вдовольнялися наші пращури до Неолітичної революції. Можливо, Еткінз занадто сильно покладається на білки, намагаючись скоротити вміст вуглеводів (згідно з дослідженнями сучасних мисливців-збиральників зібрана рослинна їжа дає більшу частину споживаних ними калорій), але його спрямованість на зменшення оброблених вуглеводів узгоджується із тим, що відомо про харчовий режим наших пращурів. Лише в часи натуфійців зерно зайняло помітне місце в харчуванні, після чого відбувся перехід до обробітку землі, як ми переконалися в попередній частині. Порівняйте це із сучасним харчуванням, в якому майже всі калорії походять із оброблених вуглеводів та жирів, – і ви усвідомите, як далеко ми заблукали від випробуваної мільйонами років еволюції гомінідів харчової стежини.

Звісно, крохмаль кращий для людини за оброблений цукор. Хоча цукор із цукрової тростини, корінної рослини Нової Гвінеї, азійські кухарі використовували впродовж тисяч років, широкомасштабне виробництво цукрози розпочалося лише під час Промислового перевороту. До того європейці підсолоджували їжу медом, який завдяки складній суміші різних цукрів із вітамінним, мінеральним і антиоксидантним умістом був відносно здоровим продуктом. Та й мед був дефіцитним і досить дорогим товаром, тому становив незначну частину харчового раціону. Натомість цукроза, яка виробляється промисловим способом, не містить нічого, крім солодких калорій; вона неперевершена для готування смачних десертів, але до харчування не додає нічого, крім калорій. Промислове виробництво здешевило й удоступнило цукор, тож невдовзі його почали додавати не тільки до десертів.

У книжці «Країна швидкої їжі» Ерик Шлосер описує пекельно заплутану науку надання смаку обробленій їжі. До продуктів харчування, які раніше споживалися au naturel*, додають хімічні добавки, натуральні екстракти та цукор. Зокрема, цукор забезпечує смакові якості деяким за інших умов «безликим» харчам – його додають до «чикен-наґетсів»**, булочок для гамбургерів і гот-доґів, аби вони смакували «краще». І не забувайте про кетчуп, який на третину складається із цукру. Не диво, що діти люблять намазувати його на

* У природному вигляді (*фр.*).

** Запечені або засмажені паніровані шматочки курячого філе, типова частина меню закладів швидкого харчування.

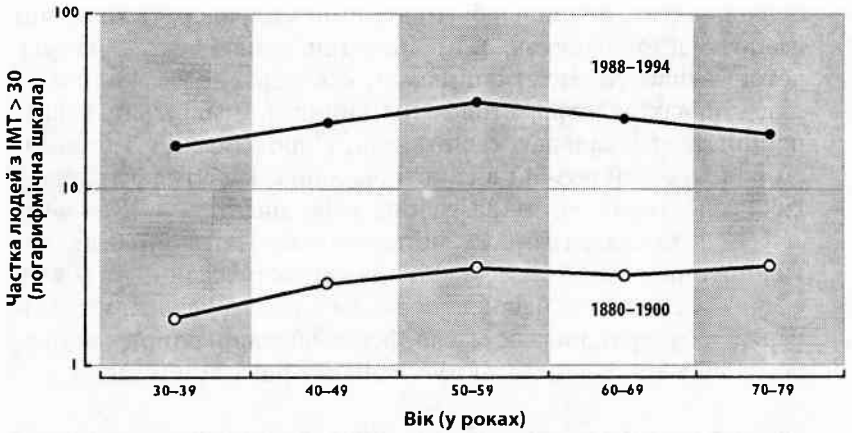
Малюнок 19. Готування крохмалю із сагової пальми (біля річки Караварі, Па́пуа-Нова Ґвінея)

все від картоплі-фрі до рибних паличок. Але все це не може зрівнятися зі скромним молочним коктейлем, у складі якого велика маса цукру та ціла гама смакових добавок. Згідно зі Шлосером, типовий штучний полуничний смак на кшталт того, який має полуничний молочний коктейль у ресторані «Burger King», забезпечують такі інгредієнти:

амілацетат, амілбутират, амілвалерат, анетол, анісилформат,

бензилацетат, бензилізобутират, цинамилвалерат, коньячне ефірне масло, діацетил, дипропілкетон, етилацетат, етиламілкетон, етилбутират, етилцинамат, етилгептаноат, етилгептилат, етиллактат, етилметилфенілглицидат, етилнітрат, етилпропіонат, етилвалерат, геліотропін, гідроксифеніл-2-бутанон (10-відсотковий розчин в спирті), α-іонон, ізобутилантранілат, ізобутилбутират, лимонна ефірна олія, мальтол, 4-метилацетофенон, метилантранілат, метилбензоат, метилцинамат, метилгептинкарбонат, метилнафтилкетон, метилсаліцилат, м'ятна ефірна олія, ефірна олія квітів апельсинового дерева, неролін, нерилізобутират, ірисове масло, фенетилеловий спирт, троянда, ромовий ефір, γ-ундекалактон, ванілін і розчинний засіб.

Звучить екстремально – хіба ні? Лише останніми роками наука змогла встановити точне поєднання штучних інгредієнтів, яке переконає смакові рецептори язика, що воно має смак полуниці (боронь Боже додати справжніх полуниць!). Але цукор – найбільший винуватець нездорового харчування, бо це найпоширеніший харчовий додаток. Причина успішного виконання ним цієї функції полягає в тому, що ми генетично запрограмовані отримувати задоволення від його смаку. На наших язиках є спеціальні смакові рецептори, які мільйони років еволюції добиралися, щоб збуджуватися від цукрози, фруктози та інших солодких молекул. Чому? Бо коли ми жили з мисливства та збиральництва – задовго до появи закладів швидкого харчування – єдиний спосіб з'ясувати їстівність їжі давав нам її смак. Гіркий смак, на який ми також маємо спеціальний рецептор, свідчив про можливу наявність отруйних речовин у їжі. Візьмімо сироп для кашлю або для тих, хто старший, болегамівний засіб: споживані великими дозами, міцні хімічні речовини можуть убити людину, тому корисно мати запобіжний механізм, який фіксує їх наявність і перешкоджає нам споживати завеликі їх кількості. Натомість солодкий смак означав безпечну їжу – згадайте зрілий фрукт. Додаючи цукор, виробники промислової їжі обманюють наш язик, змушуючи його думати, нібито до рота потрапило щось добре для нас. Ось чому в дитинстві всі ми любимо солодку їжу, а смак на гірку їжу з'являється пізніше в житті. Коли останнього разу ваш п'ятирічний малюк просив шматок пліснявого сиру «з душком» або чашку кави-еспресо? Потрібен час, щоб розвинулися смакові відчуття, які дозволяють поцінувати не тільки найбільш виражений смак у таких продуктах і усвідомити, що, попри мільйони років еволюційного застереження, вони не вб'ють нас. Цукор, з іншого



Малюнок 20. Зростання поширеності ожиріння протягом останнього сторіччя. Графік публікується з ласки Лоренс Гельмхен, яка порівняла ветеранів Громадянської війни з армії Півночі із сучасними американськими чоловіками. На вертикальній осі використано логарифмічну шкалу

боку, завдає удару по нашій еволюційній ахіллесовій п'яті, тому ми не можемо чинити опору його чарам.

Легкодоступність оброблених цукрів та крохмалів (до якої додалося зростання в споживанні жиру – ще одного смакового сигналу, що їжа «добра») збільшила кількість калорій у типовому західному харчовому раціоні приблизно на 15% за останні сорок років. Якщо додати до цього стійке зниження рівня фізичної активності за останнє сторіччя, коли автомобілі зменшили пішохідне навантаження, а люди змінили фізичну роботу на сидячу, майже десятикратне зростання частоти ожиріння за ці самі роки припиняє дивувати.

Тепер зрозуміло, що ми переживаємо епідемію, яка в кінцевому підсумку корениться в нашій культурі. Індустріалізація харчового виробництва та зменшення рухливості – відносно недавні явища, але хвороби, які вражають нас сьогодні, є наслідком хвилі, яка зародилася ще в неолітичні часи. Рільники Марґара, в яких часто гнили зуби, були першими провісниками того, що гряне пізніше. Агрокультура – перша форма індустріалізації в харчовому виробництві – та, пізніше, механічна індустріалізація були нестримними силами, які стали розвиватися незалежно від нас. Агрокультура виявилася своєрідним вірусом, який поширював свій вплив попри негативні наслідки для людського здоров'я. Все лише починається: згідно з прогнозами, цукровий діабет до 2050 року в Сполучених

Штатах стане одним із найбільших убивць, на який рано чи пізно захворіє третина всіх людей, народжених 2000 року. Врахуйте також гіпертонію та рак – і отримуємо трійку глобальних убивць майбутнього. Згідно зі Всесвітньою організацією охорони здоров'я, станом на 2020 рік неінфекційні хвороби складатимуть три четвертини глобального медичного тягаря. Для порівняння: в 1990 році вони становили близько половини, а кілька сторіч тому – мізерну частку. Це таки справді хвиля, яка ще тільки наростає.

ПОВЕРТАЮЧИСЬ У ТЕНЕСІ

Всі ці думки роїлися в моїй голові, коли я гуляв «Долівудом» під палючим тенеським сонцем. Незаперечна передбачуваність нашого історичного руху на наступні п'ятдесят років – мабуть, найдивовижніший аспект. Мені пригадався епізод із фільму «Рибка на ім'я Ванда», в якому одного з персонажів збиває паровий каток, хоч він бачив його за сотню метрів від себе. Він закляк і не може поворухнутися, поки паровий каток повільно котиться до нього, кінець кінцем вкотивши персонажа в асфальт. Хвилі хвороб, здійняті Неолітичною революцією, характеризуються такою самою неминучістю.

В кінцевому підсумку майже будь-яка окремо взята хвороба, від якої потерпає сучасне людство (хай то бактеріальна, вірусна, паразитична чи неінфекційна), корениться у розбіжності між нашою біологією та світом, який ми створили з часів появи агрокультури. Малярія, грип, СНІД, цукровий діабет – всі ці біди можуть існувати тільки в сучасному світі із його високою густотою населення, гігантським поголів'ям одомашнених тварин та високим рівнем географічної мобільності населення. Цей протверезливий факт повинен зупинити нас на секунду, щоб задуматися про майбутнє, яке ми творимо своїми діями зараз.

Транспоколінна сила – поняття, яке я запропонував у попередній частині на позначення наслідків сьогоднішніх дій, які відчуватимуться через багато поколінь – належить до дуже важко передбачуваних сил, тож не завжди відомо, які хвилі постануть і куди завдадуть удару. Приміром, хто міг подумати, що методи збереження їжі (соління й маринування) призведуть до епідемії раку шлунку на початку XX сторіччя, який невдовзі (після винайдення холодильних апаратів і скорочення споживання соленої їжі) стане одним із найрідкісніших видів раку в світі? Або що розвиток передмість в американських містах протягом 1950-х років, які створювалися для

більш здорового способу життя середнього класу, котрий виїжджав із переповнених середмість у відкриту паркову зону передмість, стане одним із допоміжних чинників виникнення епідемії ожиріння через зростання часу, який люди проводять у автомобілі дорогою на роботу? Якщо дивитися в майбутнє, якими будуть довгочасні наслідки вищої частки людей у віці понад 60 років, ніж частки людей у віці до 20 років – а саме так вперше в історії людства сталося з багатьма західноєвропейськими суспільствами на початку нового тисячоліття? Безперечно, зростання кількості вікових хвороб, але також, напевно, соціальні заворушення, пов'язані з пенсійною кризою та тягарем утримання старшого покоління, який доведеться нести на собі змалілій когорті працездатних людей. Але в кінцевому підсумку це досить короткочасні тенденції, які розіграються впродовж кількох десятиліть. А як щодо тенденцій, які розтягнуться на сотні й тисячі років – чи можна зробити прогнози щодо них?

Які, скажімо, довгочасні тенденції в розвитку людських хвороб? Ми розвідаємо деякі можливості в Частині п'ятій, але зараз варто поміркувати про одну ростучу тенденцію: хвороби іншого роду, які зростають такими самим темпами, що й цукровий діабет. Згідно з ВООЗ, психічні розлади станом на 2020 рік досягнуть другої позиції в рейтингу причин смертності та непрацездатності. Так, другого місця, поступаючись тільки пороку серця. Понад 400 мільйонів людей по всьому світу хворіють на психічні хвороби від епілепсії та шизофренії до депресії. Зростає частота самогубств; більше 1 мільйона людей щороку власноруч вкорочують собі віку – це більше, ніж гине на війнах. І які ж країни ведуть перед у цих тенденціях? Де кількість захворювань на депресію та тривогу затьмарює всі інші країни? США і Японія – вочевидь, технологічно найбільш розвинені суспільства планети і разом із тим одні з найбагатших. Стає зрозуміло, що технології та багатства не достатньо, щоб люди почувалися щасливо. Тривожна тенденція занепаду психічного здоров'я буде в центрі уваги наступної частини.

ЧАСТИНА ЧЕТВЕРТА

Душевно хворі

Мало які топографічні границі можуть зрівнятися з границями думки.
Салман Рушді,
«Уявна батьківщина»

Шлях той самий перед нами, та його долаєм днями.
Рок-гурт «Stereophonics»,
пісня «Traffic»

МАРІЯ ҐУҐІНҐ, АВСТРІЯ

Я вийшов із вагона віденського метрополітену на станції «Гайліґенштадт» і піднявся на вулицю назустріч прохолодному листопадовому повітрю. Ця станція підземки є частиною активного транспортного вузла, з якого вирушають автобуси, що сполучають місто з прилеглими населеними пунктами, і яким у сіруватому ранковому світлі вперед і назад сновигають ком'ютери*. Мене відразу зусібіч загорнув натовп людей, які поспішали на зустрічі або в магазини, настовбурчуючи комірці пальт, щоб уберегтися від ранкової прохолоди. А я прямував у північне передмістя Відня з дещо незвичайною метою. Знайшовши потрібну автобусну зупинку, я зайшов у салон і заплатив, переконавшись у водія своєю ламаною німецькою, яку так-сяк засвоїв у коледжі, чи автобус зупиняється там, де мені потрібно вийти.

Заміська поїздка поступово вивела мене зі стандартної туристичної метушні довкола Моцарта, тортів «Захер» та віденських

* Ком'ютери – заміські мешканці, які регулярно здійснюють поїздки в місто (зазвичай на роботу).

ком'ютерів. Коли дорогу обступив Віденський ліс, і ми котилися через тамтешні села: Камерйох, Леопольдбрюке та Клостернойбурґ, у якому над дорогою нависав велетенський замок, – мені здалося, що я подорожую в часі. Десь через півгодини я вже був у пункті призначення – дрібному селі під назвою Марія Ґугінґ.

Назву «Ґугінґ» добре знає кожен австрієць, хоч, мабуть, не з кращих причин. Це пов'язано з тим, що Ґугінґ – село з одним об'єктом інтересу для відвідувачів, як Купертино*, Анагайм** і Нешвіл***. Але на відміну від осідків корпорації «Apple», «Диснейленду» та музики кантрі, Ґугінґ спеціалізується на людській психіці, оскільки в ньому розташована Нижньоавстрійська психіатрична лікарня. Сама лікарня навіть зараз навіває спогади про ранній, не надто «просвітлений» період в історії психіатрії, коли в ній утримувалися сотні пацієнтів по п'ятнадцять і більше на кімнату із заґратованими вікнами, а всіх їх доглядали два лікарі. За часів нацистського режиму та в перші повоєнні роки ставилася мета вилучити «ненормальних» людей із суспільства, сховати їх куди-подалі, де вони не зможуть завдати шкоди ні собі, ні іншим. Із часом ця мета коригувалася, коли місце менш просвітлених лікарів займали їхні співчутливіші колеги. Проте, йдучи стежками між сірими лікарняними спорудами, а надто цього хмарного пізньоосіннього дня, я мав туманне відчуття, нібито за мною стежать привиди самотніх, замордованих пацієнтів.

На одній із таких стежин десь за кілометр від головної брами я натрапив на невеликий будиночок, який тіснився на краю лісу. Відразу стало зрозуміло, що я підійшов до якогось незвичайного й унікального серед усіх споруд Ґугінґа будинку, оскільки він єдиний був укритий багатобарвними абстрактними малюнками – в одному місці обличчя, бризки хаотичного графіті в іншому. І все це виконано в фантасмагоричному, барвистому стилі, який створював враження, що до нього приклалася дитяча рука. Саме заради цього живопису та його творців я прибув у Австрію.

Ввійшовши до будинку в супроводі свого провідника Ніни Качніґ, я відразу зіткнувся з одним із мешканців, який попросив цигарку. «Вони забагато курять, але що тут удієш?» – пояснила вона, знизавши плечима. Чолов'яга виглядав повністю відірваним від свого оточення, загорнутим у власний світ, із якого він час від часу

---

* Дрібне містечко в Каліфорнії, де розташована штаб-квартира корпорації «Apple».

** Містечко в Каліфорнії, де розташований розважальний парк «Діснейленд».

*** Містечко в Тенесі, центр музичної промисловості.

виринав, щоб задати цілеспрямоване питання гортанною австронімецькою вимовою. Пройшовши далі, ми потрапили в невелику кухню, де Ніна представила мене д-ру Йогану Файлахеру – психіатру й художнику, який займав посаду директора будинку, в якому я перебував.

Цей будинок – «Haus der Kunstler», або «Будинок художників», – відкрили в 1981 році яко Центр мистецтва та психотерапії. Першими його пожильцями стали вісімнадцять пацієнтів зі шпиталю біля підніжжя пагорба – група шизофреників, психотиків та маніакально-депресивних індивідів, яких об'єднувала одна річ: всі вони були дуже вмілими художниками. Центр ставив перед собою мету застосувати теорії свого засновника д-ра Лео Навратила. Навратил став працювати в лікарні психіатром у 1950-ті роки, а протягом кінця 1950-х – початку 1960-х років почав експериментувати з арт-терапією, заохочуючи своїх пацієнтів у лікувальних цілях креслити й малювати. Прочитавши книжки знаменитого французького сюрреаліста Жана Дюбюфе про невимушене мистецтво дітей та душевнохворих, Навратил налагодив зв'язки з автором, посвятивши в свої поточні терапевтичні дослідження в Ґуґінзі. Підбадьорений Дюбюфе, він написав впливову книжку «Шизофренія і мистецтво», яка з'явилася 1965 року.

Навратил гадав, що мислення шизофреників та інших душевнохворих людей дасть змогу зазирнути в творчий процес як такий. На його думку, шизофреники мають унікальний доступ до незамулених джерел творчості в її необробленому, невишколеному стані, який дає їм змогу творити «чисте» мистецтво. Згідно з д-ром Файлахером, котрий зайняв посаду директора Будинку художників на початку 1990-х років після виходу Навратила на пенсію, «Навратил був переконаний, що психоз творить мистецтво, що кожен чоловік і кожна жінка з психотичним розладом – це митець». Навратил, безперечно, належав своєму часові – 1960–1970-м рокам, – який робив наголос на індивідуальних психоделічних досвідах. Думка про те, що психоз (під впливом наркотиків або природний) може творити мистецтво, знайшла відгук серед тогочасної аудиторії. Перша публічна виставка ґуґінзьких художників відбулася 1970 року, після чого їхні твори здобули славу на весь мистецький світ.

Досі точаться наукові дискусії з приводу того, що насправді діється в голові психічнохворих митців Ґуґінґа. Деякі з них, хай і не всі, поза сумнівом шизофреники. Навратил помітив, що в декого з них низькі інтелектуальні здібності, часто викликані ушкодженням мозку в ранньому дитинстві. Багато з них зазнали надзвичайно тяжкого

виховання, отримали кепську освіту та потерпали від браку уваги. Такого роду грубе поводження з ними залишило помітний відбиток на їхніх творах, в яких відчуваються нотки несамовитості.

Авґуст Вала – особливо цікавий пожилець, бо він став одним із найзнаменитіших ґугінзьких художників. Його картини продавалися більше ніж за $ 10 тисяч і розійшлися по колекціях усього світу. Вала багато років жив зі своєю дефективною матір'ю та бабусею в садовому сараї біля Дунаю, збираючи довкола викинуті яко непотріб речі і прикрашаючи інтер'єр свого будиночка фантастичними малюнками. В його житті не було жодного чоловіка як наслідок свідомих спроб матері тримати сина в ізоляції. На думку Файлахера, «мати тримала його вдома, наче дитину», вочевидь, побоюючись за безпеку сина, якщо той заблукає за межі дивакуватого, самітницького світу родини.

Вони жили на відкритому просторі площею десь 5 м² із грубою для готування їжі в оточенні насипів непотребу. Коли Вала опинився в Будинку художників, бо мати була вже не в змозі доглядати його, останню прийняли в шпиталь біля підніжжя пагорбу. Перші десять років він не розмовляв ні з ким із пожильців, ба навіть із д-ром Файлахером, спілкуючись лише з матір'ю, – це було продовження його п'ятдесятирічної майже тотальної ізоляції від решти світу. В маніакальному пориві творчої енергії за цей час він робив написи на деревах і прикрасив фантастичними малюнками майже кожен клаптик своєї кімнати, а потім і зовнішні стіни. Але при цьому залишався цілковито замкненим у відособленому світі своєї родини.

По смерті матері, яка пішла з життя на дев'яносто сьомому році, поведінка Вали різко змінилася. Він зненацька вийшов зі свого кокона і цілі дні проводив у розмовах із будь-ким, хто його слухав. Він невідступно цілими місяцями переслідував д-ра Файлахера, мов дитина, виголошуючи безкінечний плутаний монолог. Фактично д-р Файлахер, а потім і решта пожильців замінили йому матір. Ця маніакальна стадія, яка з часом помалу ослаблювалася, тривала майже десять років до його смерті в 2001 році. Цікаво, що за цей період життя Вала майже не створив вагомих творів мистецтва – всі його великі картини були написані впродовж раннього, відлюдницького, періоду, неначебто він міг спілкуватися із ширшим світом лише за допомогою малюнків і креслень. Навратил гадав, що невишколені художники на кшталт Вали, відрізані від решти світу, а також від будь-яких форм художньої освіти та панівних смаків, дозволяють зазирнути в правдивий творчий процес. Мало того, стверджував він,

Малюнок 21. «Адам і Єва в раю», малюнок Авґуста Вали

душевнохворі індивіди показують нам, на що всі ми здатні, якщо стряхнемо з себе суспільні обмеження.

Пропрацювавши двадцять п'ять років у Будинку художників, Файлахер відкинув думку Навратила про те, що всі душевнохворі люди – митці. Він вважає, що частота художніх талантів серед пацієнтів психіатричних лікарень така сама, як і за стінами цих закладів. «Оскільки я сам художник, – зізнався він мені, – для мене вони колеги», – люди, які попри певні психологічні вади безперечно наділені хистом, який вартий уваги решти світу. Він також додав, що, вважаючи багато поглядів Навратила спрощеними, погоджується, що шизофреники наділені однією цікавою рисою: «Що в них точно спостерігається, то це повернення до витоків, тобто повернення у дитинство». Але які особливості такого дитячого стану породжують мистецтво? Щось, певна річ, змушує дітей постійно креслити, ліпити, жмакати; правдивий творчий процес зринає із глибин їхньої психіки. Але чому?

Малярство Вали та інших пожильців Будинку художників дістало назву «мистецтва аутсайдерів», або «art brut» («сире мистецтво»), якщо скористатися термінологією Дюбюфе. Твори такого роду ство-

рюють люди, які не пройшли вишколу в рамках специфічного жанру, тому їх часто вважають належними до примітивізму. На думку ідеологів цього напряму, оскільки мистецтво спотворене формальними рухами, модою і ринковим попитом, то лише шляхом повернення до творів «первісних» культур, дітей та душевнохворих ми можемо отримати доступ до чистої художньої експресії.

Дотримуючись такої «чистоти», художники з Ґуґінґа не дуже цікавляться творами інших малярів. Одного разу група швейцарських телевізійників, яка працювала над документальним фільмом про Будинок художників, повезла його пожильців на екскурсію в місцевий музей, щоб побачити їхню реакцію на мистецьку експозицію, але ті повністю проігнорували картини на стінах. «Найбільше їх зацікавив кавовий кіоск», – пригадав, сміючись, Файлахер. Найкраще мистецтво для них – їхнє власне, і живуть вони закутаними в світ своєї уяви. Як же в таких людей виходить створювати чудові мистецькі твори, хоч більшість із них не посвячена в тонкощі історії, стилю та прийомів мистецтва – того, що більшість викладачів мистецтва вважають неодмінними передумовами для справжнього митця? І що взагалі спонукає їх творити?

Я покидав Ґуґінґ, сповнений вражень від сирого творчого процесу та бажання краще зрозуміти сили, які спонукають нас брати образи із навколишнього світу – або з власної фантазії – і відтворювати їх у дво- або тривимірних подобах. Чи доісторичні, невишколені митці, на кшталт пожильців Будинку художників, творили мистецтво під тиском внутрішнього примусу? Може бути, але, враховуючи адаптаційний характер людської поведінки, важко пояснити існування мистецтва заради мистецтва. В кінцевому підсумку ви не вполюєте більше газелей або не переженете зграю вовків лише тим, що намалюєте їх на стіні печери. Що ж мистецтво, хай навіть грубе, яке творилося десятки тисяч років тому, може розповісти про внутрішню роботу нашого розуму та про світанок людської свідомості? З цією метою нам варто здійснити короткий екскурс в сучасну молекулярну генетику на шляху в африканську савану 70 тисяч років тому.

ДЕФЕКТ МОВЛЕННЯ

1996 року група лікарів із лондонського Інституту здоров'я дитини звернулися до професора людської генетики Оксфордського університету Тоні Монако із розповіддю про цікавий випадок. Ці лікарі вивчали групу родичів пакистанського походження, яку в цілях

конфіденційності називали «родина КЕ» і члени якої мали спадковий дефект мовлення. Представники трьох поколінь цієї родини не вимовляли членороздільних звуків, бо не могли контролювати відповідні рухи нижньої частини обличчя. Також у них виникали труднощі з граматикою, та й узагалі їх не могли розуміти інші люди.

Зацікавившись, професор Монако разом зі своєю дослідною групою провів так зване сканування геному – аналіз сотень різних позицій геному представників «родини КЕ» – тих, які мали дефект мовлення, і тих, у кого його не було. Вихідна гіпотеза полягала в тому, що якщо вдасться знайти особливий набір варіативних маркерів, закріплених за специфічною ділянкою геному, який буде незмінно наявний у дефективних членів родини, але *відсутній* у повноцінних, з високою вірогідністю можна буде стверджувати, що генетична зміна, яка призвела до дефекту, сталася десь у цій частині геному. Після року скрупульозної роботи вони виявили ділянку на хромосомі 7, пов'язану із дефектом мовлення, але зіткнулися з наступною проблемою: на цій ділянці було близько 70 відомих генів, а звузити перелік «винуватців» дефекту було непросто.

А потім фортуна несподівано усміхнулася їм. Працюючи незалежно від них, інший оксфордський медик натрапив на неспорідненого із «родиною КЕ» індивіда, який мав дефект мовлення, що виглядав підозріло подібним до вади пакистанської родини. Цього індивіда, відомого як CS, також обстежила дослідна група професора Монако. Обстеження показало, що в CS відбулася хромосомна перебудова, яку називають транслокацією: в таких випадках одна хромосома розривається і одним кінцем розриву вростає в іншу хромосому. Якщо розрив хромосоми припадає на середину якогось гена, його функціонування порушується. Ге́ном, який розірвався в CS, був ген білка FOXP2, котрий перебував у мутованому стані в «родини КЕ». Вперше було показано, що зміна в одному гені може вплинути на мовлення, а публікація цього відкриття в престижному науковому журналі «Nature» в 2001 році зустріли фанфарами. Нарешті, проголосили деякі журналісти, відкрито «мовний ген».

Абревіатура FOXP2 означає «білок Р2 розвилкового бокса» («*F*orkhead b*ox* protein *P2*»), який належить до класу білків, відомих яко транскрипційні фактори. Ці білки взаємодіють із ДНК, вмикаючи та вимикаючи інші гени: це своєрідні «молекулярні тренери» геному, які міняють гравців на полі та призначають, кому завдавати удар у грі функціонування геному. Через їх наслідки для вмикання та вимикання багатьох інших генів зміни в транскрипційних факторах можуть справляти складний вплив на фізичні та розумові ознаки

індивіда. Тепер стає зрозумілим, чому мутації в одному-єдиному гені можуть вплинути на дещо настільки складне, як мовлення та граматика, котрі, як раніше вважалося, контролюються сотнями різних генів. Через вузлову роль у регулюванні роботи генів білок FOXP2 був надзвичайно консервативним у ході еволюції: дуже схожі форми виявлено в шимпанзе та мишей. Цікаво, що коли цей ген мутує в мишей, вони також виказують ознаки дефектів мовлення, роблячи в дитинстві дивні звуки. Хоча на відміну від людей миші не володіють складною мовою, цей результат свідчить, що схожа функція зберігалася впродовж більше ніж 70 мільйонів років еволюції.

З відкриттям гена FOXP2 негайно постало питання, чи не були зміни в його структурі одними з вузлових біологічних змін, які дали змогу нашим пращурам розвинути мовлення. Здатність інших гомінідів – австралопітеків, Homo habilis, Homo erectus та неандертальців – спілкуватися з представниками свого виду викликала найзапекліші дискусії в фізичній антропології. На думку більшості дослідників, у найдавнішого виду – австралопітека – були зародкові мовні здібності, які не сильно відрізнялися від аналогічних здібностей шимпанзе. Коли в ході еволюції збільшився мозок, спершу в Homo habilis, а потім у Homo erectus мовні здібності, вочевидь, досягли вищого рівня складності. Вважається, що коли настали часи неандертальців, які відщепилися від лінії пращурів Homo sapiens близько 500 тисяч років тому, вже сформувалася розмовна мова. Цю думку підтверджує чудово збережений неандертальський скелет віком 60 тисяч років, який знайшли в печері Кебара (Ізраїль) із неушкодженою під'язиковою кісткою. Це тендітна кіста в гортані людини, яка формує структуру кадика і дає нам змогу модулювати звуки мовлення. Наявність у неандертальців під'язикової кістки, схожої на людську, свідчить, що вони, можливо, також були спроможними на складне мовлення. Але як виглядав їхній ген FOXP2 – чи мали вони ще й генетичні передумови для мови?

На жаль, неандертальці не вціліли до сьогодні, щоб узяти в них зразок ДНК, тому відповісти на це питання важко. Проте в деяких випадках можливо проаналізувати ДНК із давно померлих особин. Для генетика дослідження стародавніх ДНК – те саме, що покер із високими ставками для картяра: високі ризики, але й великі виграші. ДНК – не дуже стійка молекула; здебільшого вона швидко розпадається після смерті організму. Тому більшість спроб видобути її зі стародавніх решток закінчуються невдачею. Зате в надзвичайно рідкісних випадках вдається дістати неушкоджену ДНК із зразків тканини, яким навіть десятки тисяч років. Таке переважно можливо,

коли зразок тканини зберігався в прохолодних, сухих умовах, які зустрічаються в європейських печерах. Саме одна з них подарувала ДНК із дуже рідкісного зразка тканини.

Археологи вивчали печеру Віндія в північній Хорватії більше ста років. У ній знаходили залишки гомінідів віком від 25 до 45 тисяч років, а це був дуже важливий період в доісторичному минулому Європи. Саме в цей час неандертальців заступили сучасні люди, які щойно прибули з Африки через Близький Схід. Найглибші, а отже, найдавніші шари печери містили винятково неандертальський матеріал, тоді як у верхніх шарах знаходили рештки тільки сучасних людей. В одній неандертальській кістці з найглибших шарів науковці виявили неушкоджену ДНК. Застосувавши копітку методологію секвенування стародавньої ДНК, вони помалу зібрали послідовність нуклеотидів гена FOXP2. В жовтні 2007 року група під керівництвом Сванте Пеебо опублікувала результати дослідження, які шокували багатьох, хто вважав попередні результати аналізу неандертальського гена білка FOXP2 доказом того, що потрібно кілька змін у цьому гені, щоб виникла повноцінна сучасна мова. Неандертальська ДНК містила повністю людську форму цього гена!

Причина шоку полягала в тому, що, згідно з аналізом гена FOXP2, який група Сванте Пеебо провела за п'ять років до того, вважалося, що людська форма гена виникла значно пізніше. Між людьми та шимпанзе існують лише дві відмінності в послідовності амінокислот – будівельних блоків білка, закодованого геном – на гені FOXP2. Лише дві відмінності на 715 амінокислот цього білка – при тому, що люди й шимпанзе в останнє мали спільного предка близько 5 мільйонів років тому. Мало того, на основі розподілу варіантів гена в різних людських популяціях Пеебо зі своєю групою дійшов висновку, що ці зміни відбулися лише в останні 200 тисяч років. Із цього висновку випливало, що сучасні люди одні-єдині мають ту унікальну послідовність нуклеотидів гена FOXP2, яка забезпечує здатність до мовлення. Проте розшифрована послідовність ДНК неандертальця вказала на хибність попереднього висновку. Ген FOXP2 свідчить, що наші далекі гомінідні родичі також мали здатність до мовлення. Чи означає це, що неандертальці розмовляли так само, як ми?

Відповідь, майже напевно, заперечна. Наші кремезні еволюційні родичі за багатьма ознаками нагадували сучасних людей, але помітно відрізнялися за кількома вузловими характеристиками. Як я зазначив раніше, еволюційні лінії неандертальця та сучасної людини відокремилися одна від одної близько 500 тисяч років тому, якщо спиратися на показник дивергенції їх ДНК. Десь у цей час

пращур неандертальця, будучи, мабуть, представником виду Homo heidelbergensis, покинув Африку й попрямував на Європу, тоді як наші пращури лишилися в Африці. З часом Homo heidelbergensis еволюціонував у Homo neanderthalensis* – вид, чиє дебеле тіло якнайкраще підходило до холодного клімату Європи. Повністю неандертальські фізичні ознаки сформувалися близько 150 тисяч років тому. Протягом останнього зледеніння ці кремезніші гомініди розселилися в Західну та Центральну Азію. Цілих 100 тисяч років вони були господарями континенту, а потім на сцені з'явилися наші пращури, які між 60 і 50 тисячами років тому вийшли з Африки. Близько 35 тисяч років тому ми ступили на європейські терени, і за кілька тисяч років відтоді в Європі не лишилося жодного неандертальця. Про причини їх зникнення досі точаться запеклі дискусії, але починає окреслюватися консенсусна думка.

35 тисяч років тому останнє зледеніння міцно тримало світ у своїх лещатах. Мало того, в цей час відбулося значне похолодання, через яке на зміну лісовому ландшафту Європи прийшли відкриті луги і тундра. Неандертальці володіли простими технологіями, а в їхніх методах полювання наголос робився на грубій силі, що ставило їх у невигідне становище в такому довкіллі. Їхні методи полювання давали гарний результат у лісистій місцевості, де можна було сховатися в засідці й вистрибнути на дичину із близької відстані, але такий підхід давав збій на відкритішому ландшафті. Натомість більший розмір групи, розвинена соціальна організація полювання та досконаліші знаряддя сучасних людей давали їм могутню перевагу в полюванні на відкритому просторі. Порівняно з цими відносно витонченими новоприбульцями неандертальці були вчорашнім днем.

Звідки взялася в сучасних людей така перевага? Поза сумнівом, два чинники працювали на нашу користь: зміна клімату та вдосконалення соціальної організації. Але якщо зміна клімату в той час перебувала поза нашим контролем (на відміну від сьогодення), то високосоціальна природа сучасних людей визначалася внутрішніми силами. Що ж зробило нас настільки соціальними істотами і коли сталася відповідна зміна? Звісно, після того, як розійшлися наші еволюційні шляхи з неандертальцями, але коли саме і що спричинило її?

Розгадування суті цієї зміни – це предмет дослідження в антропології, який забезпечить тому, хто його розкусить, Нобелівську

---

* Людина неандертальська (*лат.*).

премію (принаймні повинен забезпечити). Багато десятиріч дослідники дискутували з приводу вузлової зміни на шляху повного осучаснення нашого виду, тож існує багато теорій. Усі вони прагнуть пояснити разючу трансформацію соціальної поведінки людини, яка проявилася в колосальній зміні стилів виготовлення знарядь на початку верхнього палеоліту, або пізньокам'яної доби. Близько 60 тисяч років тому люди почали виготовляти витонченіші знаряддя. Є навіть докази застосування кістки для створення надзвичайно витончених вістер для списів, чого доти не робив жоден гомінід. Приблизно з того часу походять докази демографічного зростання, яке зумовило міграцію за межі Африки. Лише 40 тисяч років по тому Homo sapiens – вид, ареал якого обмежувався Африкою впродовж перших 150 тисяч років його історії, – заселив майже всі придатні для життя закутки планети, заполонивши Азію, Європу, Австралію та Америку за якихось півтори тисяч поколінь.

Я розглядав цей всесвітній похід Homo sapiens в книжці «Подорож людини», а тому не переказуватиму його подробиць. Досить сказати, що це епічна оповідь про витривалість і винахідливість у грандіозних масштабах – «одисея» нашого виду. Розселяючись із прабатьківщини в тропічній Африці в такі розмаїті довкілля, як гори Центральної Азії, долини та печери Південно-Західної Європи, сибірська тундра та джунглі Амазонії, ми багатьма різними способами пристосовувалися до нової географії. Жоден інший вид приматів ніколи настільки не розширював свого ареалу, а ми запановували над усім, що обстежували. Довершені мисливці із легко пристосовними знаряддями та розвинутими мисливськими вміннями, ми швидко розправилися з неандертальцями в Європі. Але що ж дало нам таку велетенську перевагу над усіма іншими видами, які раніше виділялися з родини гомінідів?

Як виявилося – кращий мозок. Тріумфальному маршу людей світом передував марш нейронів усередині нашого черепа. Середній людський мозок має об'єм 1400 $см^3$, тоді як наші найдавніші гомінідні пращури, що жили 4 мільйони років тому, мали мавпоподібний мозок об'ємом близько 500 $см^3$. Та попри це вони ходили випроставшись прямо, що було адаптаційною стратегією до життя в тропічній африканській савані, де перевагу давало зменшення площі тіла, на яку падає пряме сонячне світло, здатність бачити далі та ефективніше пересування. Перші представники нашого роду – Homo habilis 2,4 млн років тому та Homo erectus 1,8 млн років тому – вже мали мозок об'ємом 750 і 1000 $см^3$ відповідно. На кожному з цих поступальних етапів відбувалося паралельне удосконалення знарядь

праці, які правлять за археологічні докази дедалі вищої енцефалізації*. Потім події набрали дещо дивних обертів. Мозок пересічного неандертальця мав об'єм близько 1500 см³, що в середньому перевищує наш показник. Постає логічне питання: чому ж тоді неандертальці, оснащені більшим мозком, під'язиковою кісткою та людською версією гена FOXP2, не зуміли зупинити наступ Homo sapiens на Європу?

Очевидно, не все зводиться до розміру – важливо також, як ви його використовуєте. Неандертальці були витонченішими майстрами, ніж їхні пращури із меншим мозком, і загалом досить успішними як на свій час. Нуклеотидна послідовність їхнього гена FOXP2 та під'язикова кістка свідчать про здатність говорити. Втім, схоже на те, що попри наявний потенціал для мовлення, їм не було багато чого сказати. Мабуть, неандертальці були досить нудними. Судити про це ми можемо з відсутності в них мистецтва, яке з'явилося лише в останні 70 тисяч років і тільки в нашого виду.

Подумайте: ми не єдиний вид, здатний до спілкування, хай навіть спілкування здебільшого відбувається без застосування мовлення. Кожна жива істота – від коралів, які здатні відрізнити між «я» і «ти» за допомогою хімічних сигналів, до собак, які роблять одна одній невербальні сигнали, щоб утверджувати соціальну ієрархію, та жаб, які співають у напівпітьмі тропічного лісу, щоб знайти собі пару, – займається спілкуванням, передаючи зрозумілі сигнали собі подібній. Ба навіть ми не єдиний вид, що здатен до вербального спілкування; ті самі жаби, а також птахи й кити «говорять» одне з одним. А що ж вони кажуть? Вочевидь, вони передають таким чином вдосталь неодмінної інформації для свого виживання та репродуктивного успіху, бо саме для цього передусім і розвинулися їхні комунікаційні системи. Глухий сурикат, який не чутиме сигналів свого співплемінника-вартівника про наближення хижака, навряд чи проживе достатньо довго, щоб лишити нащадків. Спілкування в жодному разі не є винятковою прерогативою людини.

Але не всі люди створені рівними; ми дуже сильно різнимося за вродженими здібностями. Більшість із нас здатна виконувати основні «людські» завдання: засвоїти мову, розв'язувати елементарні проблеми, виготовляти прості знаряддя тощо, але за кожною з цих рис ми сильно різнимося. Пригадайте Пікасо або Айнштайна,

---

* Енцефалізація (або церебралізація) – процес збільшення маси мозку відносно маси тіла. Коефіцієнт енцефалізації характеризує співвідношення маси мозку до маси тіла.

Шекспіра або да Вінчі. Не кожен із нас може створювати надзвичайні твори мистецтва або проектувати складні машини, але завдяки високорозвиненій соціальній структурі ми можемо користуватися здогадками інших. Обсяги передавання інформації в сучасних людських популяціях безпрецедентні в еволюційній історії. Фактично археологічний літопис Homo sapiens являє собою історію тріумфу одного нововведення над іншим, чергування дедалі кращих мишоловок у часі та просторі. Демографічне зростання верхнього палеоліту сталося завдяки такому духу винахідництва, бо на той час у нас з'явився адаптивний розум, котрий дозволить людям прийняти виклик глобального панування.

Складне мовлення дало змогу першим людям передавати нові способи розв'язання проблем, які перед ними поставали. Якби наш вид був високо адаптованим до якоїсь однієї екологічної зони, приміром тропічного лісу чи східноафриканських високогір'їв, можливо, в нас ніколи не розвинувся би складний розум, яким ми володіємо зараз. По суті, ми завжди були видом, який жив у екологічному калейдоскопі. Африканська савана зі складною мішаниною трав, дерев і радикальними сезонними перепадами була неперевершеним тренувальним майданчиком для розвитку адаптивності. Коли ж в останні кількасот тисяч років змінився клімат, пульсація розміру савани спонукала людей до експансії, за якою наставав відступ, пов'язаний із наступною зміною клімату, яка зменшувала розмір екологічної ресурсної бази. Така ситуація спонукала деяких людей ще 120 тисяч років тому почати жити з моря, харчуючись щедро доступними молюсками й ракоподібними. Інших людей вона спонукала шукати зеленіших пасовищ десь подалі.

Як і з початком неолітичної доби, наші виходи за межі Африки та розселення рештою світу були викликані, мабуть, неодмінністю – в цьому випадку вичерпанням ресурсів харчу та води. Є свідчення невеликої міграції людей близько 110 тисяч років тому, коли скелети Homo sapiens з'явилися на Близькому Сході. Аналіз осаду африканських озер вказує, що в цей час континент ставав посушливішим. Очевидно, посушлива перерва спонукала ранні людські популяції мігрувати в пошуках джерел харчування. Кінець кінцем, ці першопрохідці Близького Сходу зникли після 80 тисяч років тому, поступившись місцем адаптованим до холоду неандертальцям у таких печерах, як Кафзег і Схул. Чому? Близько цього часу льодовик інтенсивно посунув на південь, врешті-решт укривши більшу частину Північної Америки. Поштовх похолоданню дала одна палиця, яка в той час потрапила в коліща глобального кліматичного механізму.

ВУЛКАНИ Й МАКРОМУТАЦІЇ

В наші дні озеро Тоба, що на півночі острова Суматра, є однією з перлин західної Індонезії. Згори воно виглядає як чарівне блакитне плесо завдовжки в сто кілометрів із великим зеленим островом посередині. Його форма викликає подив, поки не дізнаєшся, як воно з'явилося. Насправді озеро Тоба – це заповнена водою кальдера сплячого вулкану, який називають горою Тоба, і воно дуже нагадує озеро Крейтер в Ореґоні – от тільки більше за нього вдесятеро. Мало того, це найбільше вулканічне озеро в світі, з чого випливає, що вулкан, на якому воно утворилося, має бути так само великим. Тоба – один із найбільших вулканів, що будь-коли існували на поверхні нашої планети, тому коли він в останнє прокинувся, його виверження стало найбільшим на планеті за останні 2 мільйони років. Під час виверження вулкан викинув майже в три тисячі разів більше матеріалу, ніж гора Сент-Геленс у 1980 році. Коли ж сталася ця надзвичайна природна катастрофа? Десь між 75 та 70 тисячами років тому.

Коли вивергаються вулкани на кшталт Тоби (а так трапляється не часто), в атмосферу викидається велика маса матеріалу, який не просто вкриває довколишню місцевість шаром попелу (частини Центральної Індії були поховані під 5,5-метровим шаром попелу Тоби). Потужність виверження настільки гігантська, що значна частина матеріалу, а також сірчаної кислоти з вибухової хвилі, викидається в верхні шари атмосфери, де сильні вітри розносять його по всьому світу. Оскільки Тоба лежить неподалік екватора, її попіл швидко розсіявся над регіоном, який отримує найбільше сонячного світла – над тропіками. В результаті цього відбулося негайне похолодання, оскільки частинки попелу в верхніх шарах атмосфери перешкоджали проходженню сонячного світла. Цей ефект, який називають «вулканічною зимою», розтягнувся на кілька років, протягом яких глобальна температура опустилася на 5–15 °C. Так сталося, що за цим швидкоплинним, хоча надзвичайно руйнівним епізодом, настало ціле тисячоліття значно нижчих температур, яке стало одним із найхолодніших за час останнього зледеніння. Африка, найтропічніший континент (85 % її території лежить між тропіками Рака й Козерога), також зазнала похолодання, до якого додалася засуха, викликана зв'язуванням великих мас земної вологи в ростучих льодовиках. Загалом наслідки виверження Тоби вкупі з раптовим приходом найбільш зимних часів останнього зледеніння повинні були справити катастрофічний вплив на ранні людські популяції.

Як свідчить популяційна генетика, близько цього часу сумарна кількість живих людей зменшилася до менш ніж 10 тисяч осіб, а може, як я згадував у Частині першій, до якихось двох тисяч, згідно з нещодавньою статтею генетика Маркуса Фельдмана та його колег зі Стенфордського університету. З генетичних та кліматологічних даних вимальовується картина людства, яке балансувало на межі виживання. Можливо, ці катаклізми кліматичної пертурбації поставили людство перед вибором: або пристосуватися, або згинути. І тогочасні люди, як і близькосхідні натуфійці 60 тисяч років по тому, відреагували зміною своєї культури.

Все починалося помалу з невиразних натяків на майбутню виняткову зміну. Перші сигнали з'явилися близько часу виверження Тоби, може, навіть дещо раніше. Починаючи десь із 75 тисяч років тому в археологічних розкопах трапляються шматки м'якого каменю, який називається вохрою, на яких людською рукою вирізьблено складні геометричні орнаменти. Хоч їм, певна річ, далеко до робіт Мікеланджело, але це перші докази існування мистецтва в нашого (та будь-якого іншого) виду. Створення явно декоративного орнаменту на камені, який, можливо, використовувався як своєрідний первісний засіб лічби, вказує на виразний розрив із культурою наших гомінідних пращурів.

Чимало читачів уже, безперечно, чули про «Великий Стрибок Уперед» – так Джаред Даймонд назвав різку зміну в людській поведінці, яка оповістила початок верхнього палеоліту, або пізньокам'яної доби. Довгий час археологи вважали, що перші сигнали повністю сучасної людської поведінки – мистецтво, витончено оброблені кам'яні знаряддя, розвинені методи полювання – з'явилися всього-на-всього між 50 і 40 тисячами років тому. Завдяки новим відкриттями декоративного африканського мистецтва віком понад 70 тисяч років стало зрозуміло, що молодші за віком знахідки були відображенням уже експансії людей, які впродовж десятків тисяч років до того вдосконалювали свою культуру на місці. Тепер археологи дедалі більш переконані, що потрібно пояснювати не раптову зміну в людській поведінці, яка зненацька відбулася на історичній арені протягом кількох тисяч років верхнього палеоліту і за якою мусило стояти доволі генетичних мутацій, якщо судити на основі раптовості, з якою все змінилося, а значно поступовіший процес. Люди, вочевидь, були заздалегідь готовими розвинути матеріальну культуру верхнього палеоліту, а все, чого вони потребували, – це поштовху до практичного застосування своєї здібності по-новому розв'язувати

Малюнок 22. Найдавніший у світі твір мистецтва: різьблення на вохрі з печери Бломбос у ПАР, що датується близько 75 тисячами років тому

проблеми. Такий поштовх у вигляді посиленого селективного тиску їм забезпечило останнє зледеніння та виверження гори Тоба.

Давніше уявлення про генетичну «революцію», яка викликала процеси верхнього палеоліту, склалося під впливом праць Рихарда Ґолдшмідта – впливового в XX столітті американського генетика німецького походження. Досліджуючи еволюцію та детермінацію статі непарного шовкопряда, Ґолдшмідт засумнівався в Дарвіновій моделі постання нового виду. Це насправді один із найменш зрозумілих процесів в еволюційній біології, який навіть Дарвін визнавав за найбільший виклик своїй теорії еволюції шляхом природного добору. Як один вид раптово перетворюється на два? Згідно з традиційною дарвіністською теорією, цей процес, який еволюційні біологи називають макроеволюцією, розвивається тим самим шляхом, що й зміна всередині виду, яку називають мікроеволюцією. Якщо ж дві популяції одного біологічного виду опиняються в географічній ізоляції одне від одного, очевидно, що з плином часу в них нагромаджуються дрібні зміни, які кінець кінцем призводять до достатньої генетичної дивергенції, щоб ці популяції стали двома окремими видами. Проте макроеволюція значною мірою відбувалася за відсутності географічної ізоляції в процесі так званого симпатричного видоутворення, коли дочірні види не розділені географічними бар'єрами. Чому ж вона відбувається?

Ґолдшмідт запропонував теорію макромутацій – генетичних змін із великими наслідками, які створюють так званих багатонадійних потвор. Згідно з його теорією, не всі мутації однакові:

деякі справляють більший вплив на організм, ніж інші. Скажімо, деякі рослини розділилися на два види, подвоївши кількість своїх хромосом, – цей генетичний процес створив поліплоїдні геноми пшениці та кукурудзи, про які йшлося в Частині другій. В цих випадках величезна різниця в кількості хромосом перешкоджала рослинам схрещуватися, тож фактично відразу утворилися два види. Хоча такий спосіб видоутворення відносно поширений у рослин, він не міг поширитися серед тварин, бо останні загалом не здатні відтворюватися шляхом змішання сперми і яйцеклітини з одного організму (в рослин такий процес називається *самозапиленням*). Якщо не існує особини, яка репродуктивно сумісна з вами, ваша генетична лінія вимирає. Проте, можливо, макромутації, про які говорив Ґолдшмідт, не були настільки радикальними і лише ускладнювали відтворення з представниками початкової популяції. Носії генетичних змін – «багатонадійні потвори» – в такому випадку мали змогу залишати достатньо потомства, щоб започаткувати нову популяцію, представники якої мають нормальну репродуктивну сумісність одне з одним. Далі добір знеохочуватиме від спроб схрещення, а дві популяції прямуватимуть шляхом перетворення на два окремі види.

Якщо для пояснення симпатричного видоутворення в рослин очевидну користь дає поняття поліплоїдизації, то у випадку тварин, які відтворюються статевим способом, потрібен інший тип макромутацій. Звісно, на перший погляд тривіальні зміни в ДНК організму можуть справляти величезний вплив на його фізіологію чи поведінку. Серпоподібноклітинну анемію, спустошливу хворобу, що поширена в Західній Африці, викликає зміна одного нуклеотида. А ген FOXP2, як ми нещодавно переконалися, однією-єдиною мутацією може позбавити нас здатності говорити. Чи була зміна, яка дозволила нашим пращурам говорити, прикладом такої макромутації? Можливо, хоча, як ми щойно дізналися, неандертальці мали повністю людську форму цього гена, але не залишили жодних археологічних слідів своєї здатності до складного мислення та мовлення. Як же тоді постали ті види поведінки, що були визначальними для періоду верхнього палеоліту та повністю сучасної людської поведінки?

В 2003 році на сторінках наукового журналу «Nature» з'явилася стаття американського еволюційного генетика Ричарда Ленскі та його колег, у якій пропонувалася модель такого переходу. Автори описали комп'ютерну програму «Avida», яку можна застосовувати для пояснення еволюції таких складних властивостей, як зір. Дарвін описував очі як «органи надзвичайної досконалості й складності», існування яких важко пояснити мікроеволюційними процесами –

яка, в кінцевому підсумку, користь від 10% ока? «Avida» моделює еволюцію цифрових організмів – послідовностей з одиничок і нуликів – впродовж багатьох поколінь мутації, відтворення та природного добору. Розпочавши з множини ідентичних організмів, дослідники запустили в «Avida» обчислювальну симуляцію еволюції, даючи «нагороди» своєму цифровому звіринцю за ефективність виконання його членами заздалегідь розроблених обчислювальних функцій у цифровому світі, причому складніші функції винагороджувалися краще. Найскладніша з них називалася EQU і передбачала щонайменше п'ять мутацій відносно початкового стану, але щоб так швидко досягти її, потрібно було знати, в якому напрямку мутувати, а в «Avida», як і в природі, мутації відбувалися випадково, тому реальна кількість поколінь і кроків була значно більшою.

Цим простим комп'ютерним експериментом Ленскі та його колеги показали, що надзвичайно складні властивості, як-от EQU – абстрактний цифровий еквівалент ока – можуть еволюціонувати із передущих змін, які ставалися в еволюційному минулому організму. Макромутації таки відбуваються, адже Ленскі з колегами спостерігав приклади багатокрокових змін у своїй комп'ютерній моделі, але вони не обов'язкові для пояснення еволюції складних і багатоаспектних властивостей, як-от EQU. Натомість поступове нагромадження низки малозначущих змін у *правильному поєднанні* та в умовах посиленого *природного добору* кінець кінцем створює таку властивість. Із цього випливало, що мікроеволюція в кінцевому підсумку може пояснити такі властивості, як зір, і що Дарвін зрештою був правий.

Очевидна мораль цієї історії для нас полягає в тому, що сучасні складні властивості людини на кшталт здатності до абстрактного мислення, яка вперше у викопних матеріалах впізнається за художніми зображеннями, могли поставати так само – шляхом незначних, почастинних кроків, які врешті-решт створюють правильну комбінацію, за яку береться природний добір. Ця модель пояснює, чому більше 70 тисяч років тому вже спостерігаються поодинокі докази сучасної поведінки людей, але справжній спалах стається пізніше. Індивідуальні генетичні мутації, які вможливлюють таку поведінку, існували, мабуть, десятки тисяч років, але їх *комбінація*, що могла викликати абстрактне мислення, потрапила під посилений добір лише після цього часового порогу. Екстремальні зміни клімату, викликані зледенінням та, найпевніше, виверженням гори Тоба, накинули людському виду добір за винахідливістю та швидкістю пристосування – настільки посилений добір, що ми розвинули нову

культуру. Як і на світанку неолітичної доби 60 тисяч років по тому, кліматична криза проторувала шлях культурному новаторству.

Зрештою, той факт, що ті самі здібності, які дозволили нам стати ефективнішими мисливцями-збиральниками, пізніше дали нам змогу писати сонети й електронну музику, не містить якоїсь великої загадки. Близько 70 тисяч років тому в людей еволюціонувала здатність швидко пристосовуватися – запроваджувати нове – використовуючи нашу *культуру* замість нашої *біології*, на яку покладалися неандертальці. Новаторство – це складний процес, але в його основі лежить вигадування нових способів розв'язання проблем та подальше їх впровадження. Перший крок (вигадування) передбачає таку саму уяву, яка проявляється в творах мистецтва на кшталт тих, що їх творять невишколені ґуґінзькі художники, а другий крок (впровадження) вимагає донесення ідеї нововведення до інших. Сам процес вигадування нових можливостей пришвидшується завдяки обміну думками – так само, як перші рільники, щоб створювати бажані властивості, схрещували різні сорти пшениці, рису та кукурудзи із почленованих, гористих місцевостей, в яких еволюціонували ці дикорослі рослини. Такий процес спроб і помилок (який часто-густо штовхали вперед на перший погляд маячні ідеї) разом із поліпшеним спілкуванням став взірцем людського новаторства – вперше в еволюційній історії розвинулася настільки успішна система розв'язання проблем. Зміни людської поведінки на світанку верхнього палеоліту можна пояснити лише злагодженою співпрацею цих двох здатностей.

Сучасні мисливці-збиральники пропонують чудовий приклад такої поведінки. Щовечора всі збираються довкола багаття, розповідаючи історії, сміючись і обговорюючи події дня, що минає. Якісь із цих історій поповнять міфологію групи – приміром, оповідь про успішне полювання, а інші виконають функцію перевірки й удосконалення нових ідей. Це своєрідний «новаторський мозковий центр», у якому члени групи проводять експерименти в уяві, обговорюючи, розбираючи та оцінюючи оповіді про своє життя. Такий процес удосконалення оповіді нагадує внутрішньоклітинний процес переведення короткочасної пам'яті в довгочасну – шляхом повторення оповіді, зміцнення нейронних зв'язків, які відтворюють оповідь так, як ми *хочемо* її розповідати. Фактично сучасні люди еволюціонували до стану соціальних машин, які продукують і вдосконалюють ідеї. Можливо, саме цим пояснюється, чому дослідження в царині менеджменту показують, що люди найкраще працюють в невеликих,

зосереджених командах, у яких може відбутися цей стародавній мисливсько-збиральницький процес.

Така модель еволюції динамічного новаторства пояснює, чому неандертальці були приречені від моменту появи сучасної поведінки. Зміни, які спонукали нас впроваджувати нове, також зробили нас допитливими, сформували любов до подорожей і дали змогу неймовірно швидко змінювати культуру у відповідь на нові умови. По суті, насіння неолітичної доби було посіяне 70 тисяч років тому і чекало лише відповідного комплексу умов, щоб прорости. Такі умови з'явилися лише тоді, коли склалася потрібна кліматична ситуація, а густота людського населення зросла настільки, що мисливство і збиральництво вже не могли задовольняти життєвих потреб. Згідно з цією моделлю, мистецтво та інший неадаптивний супровід сучасної поведінки було тим, що еволюційні біологи Стивен Джей Ґулд і Ричард Левонтин назвали би *пазухами склепінь* – побічними продуктами інших еволюційних сил, а не посутньо обов'язковими наслідками.

Проте наша успішна культурна адаптивність створила деякі проблеми. В процесі утворення густонаселених суспільств із сільськогосподарським трибом життя ми мусили підпорядковувати свої індивідуальні потяги до нового бажанням ширшої культури. На противагу нашим мисливсько-збиральницьким пращурам, котрі мали свободу розвідувати які-завгодно культурні можливості від вилову лосося до полювання на мамонтів у центральноазійських степах та малювання чудових художніх образів на стінах французьких печер, їхнім неолітичним нащадкам доводилося каналізувати свої можливості, щоб узгоджуватися з ширшими потребами суспільства. Вийшло так, що колись вільний розум, перед яким для втілення задумів відкривався безкраїй обшир палеолітичного світу, відтак опинився в клітці, обмеженій як географічно, так і за фокусом уваги. Ми перейшли від «первинного суспільства достатку», згідно зі знаменитою фразою антрополога Маршала Салінза на позначення мисливсько-збиральницьких суспільств, в яких вистачало часу для непотрібної діяльності, до стану вулика робочих бджіл, над якими постійно маячать загрозливі крайні строки виконання роботи.

Процес поведінкової спеціалізації кодифікувався в індуїстській кастовій системі, в ієрархії католицької церкви, в жорсткій конфуціанській меритократії Китаю та в феодальній системі середньовічної Європи. Суспільство досягало своїх цілей тільки в тому разі, коли його індивідуальні компоненти гармонійно співпрацювали – зубець не повинен прагнути зайняти місце болта, бо вся машина затнеться.

Малюнок 23. Фотографія з фабрики Такерів у Бірмінґемі (Англія) 1910 року. Публікується з ласки Пола Такера

Процес пришвидшився під час Промислового перевороту, коли ще очевиднішими стали переваги спеціалізації. По суті, люди почали зливатися зі своїми машинами, проводячи все життя за виконанням повторюваних завдань, які хоч і творили дива у вигляді великої кількості стандартизованих і недорогих товарів, але по суті позбавляли пересічного заводського робітника його індивідуальності та творчості.

Навіть у сучасних постіндустріальних країнах продовжується процес спеціалізації, внаслідок якого представники різних субкультур у межах одного суспільства говорять абсолютно різними мовами більшу частину свого активного часу. Чи зрозуміє пересічний юрист семінар із субатомної фізики? Скільки хіміків зможуть висловити доречну думку на науковій конференції з літературознавства? Коли останнього разу ви самі ремонтували свою машину? Ми терпимо такий стан речей з огляду на вигоди, які він дає – з погляду суспільства краще мати фахівців, які зосереджуються й удосконалюються на вузьких справах, ніж універсалів, які по-дилетантськи марнують час, хапаючись то за одне, то за інше завдання відповідно до своїх зацікавлень. Хоч спеціалізація щедро обдарувала нас розвиненими технологіями, водночас вона викликала в багатьох людей відчуття покинутості, відсторонення від ухвалення рішень щодо власного життя.

В останній частині книжки я розгляну, як таке відчуження живить фундаменталізм під час його піднесення наприкінці XX – початку XXI сторіччя. А поки що нам слід перейти від витоків мистецтва та спеціалізації професій до дивної природи сучасного психологічного стресу та його впливу на нашу мисливсько-збиральницьку психіку.

НЕСТЕРПНИЙ ГУЛ СУЧАСНОГО ЖИТТЯ

За вашим вікном мчать автомобілі, час від часу реве клаксон. У кутку кухні тихо гуде холодильник, легенько посвистує тепле повітря, яке надходить із вентиляційного каналу над головою. На столі згромадилася купа рахунків, які терпляче чекають на сплату. Телевізор – один із кількох у будинку – агресивно транслює рекламу в сусідній кімнаті, а випливні рекламні оголошення в Інтернеті переривають ваші спроби перевірити свої пенсійні заощадження. Какофонія досягає апогею, коли дзвонить стільниковий телефон вашої дружини чи чоловіка, заливаючись вібраціями на поверхні столу, наче якийсь розлючений цифровий дервіш. Довкола нас продовжують спалахувати сліпучі блискавки зовнішнього світу, навіть коли ми намагаємося зосередитися на своєму «справжньому» житті.

Нас постійно оточують підпільні стимули, які настільки невідступні, що ми приймаємо їх за даність. Ми звиклися з тим, що реклама пронизує наше життя – пересічний американець стикається з нею в середньому від семисот до кількох тисяч разів на день, коли промоутери намагаються продати йому все, що тільки можна, – від страхування життя до багатших сексуальних переживань. Інформація навально рине на нас зусібіч. Вона всюдисуща, а з появою Інтернету та широкосмугового зв'язку стала доступнішою, ніж будь-коли раніше. Проте навіть речі, які ми не вважаємо докучливими, бомбардують нашу підсвідомість подразненнями. Машини, які ми створили, щоб покращити собі життя, завдають нам незаплановану психологічну шкоду.

Журналіст Тобі Лестер у статті 1997 року в журналі «Atlantic» зауважив, що ми – перше покоління, яке живе в середовищі, де фоновий гул машин виступає наскрізним мотивом нашого життя. Він описав різні композиції шуму, які чує на роботі у виконанні обігрівача, комп'ютерного вентилятора й телефону: «Мій офіс грає дивовижну комбінацію інтервалів: один радісно-грайливий і стійкий (до – мі), а інший грізний і ворожий (до – фа-дієз), тоді як третій

(мі – фа-дієз) емоційно нейтральний. Урешті-решт складається неясний розкладений акорд, який на останній ноті невблаганно вимагає дій».

Як твердять музичні теоретики, котрі приписують емоційні настрої різним акордам, така комбінація нот особливо неприємна для слуху. Середньовічна католицька церква називала акорд, який грає Лестерів офісний оркестр, diabolus in musica, тобто дияволом у музиці, бо він викликає сильне відчуття неспокою в слухача. Далі Лестер задає питання: «Чи може ця неясність і напруга бути причиною того, що я часто почуваюся на межі?». Може. Мало того, вона спонукає плекати тишу, якої так мало в сучасному житті.

Аналогічне неперервне подразнення характеризує й інші чуттєві сфери. Усіх нас щодня бомбардують візуально, а дехто зазнає ще й регулярних сенсорних атак на органи нюху й дотику (пригадайте, наприклад, переповнений вагон метрополітену спекотного літнього дня). Наше сьогоденне життя проходить у стані, який можна назвати «потоком підсвідомості», бо ми підсвідомо перескакуємо з орбіти одного непов'язаного (і зазвичай небажаного) подразника до наступного, мов частинки пилу на поверхні води, що їх гойдають сліпі сили повітряних потоків. Хоч деякі люди розквітають від надмірного подразнення (приємного або ні), більшість болісно реагує на нього. Кінцевим результатом цього стає хронічний стрес на кшталт того, який спонукав персонажа Вільяма у виконанні Майкла Дуґласа з фільму «Падіння» (1993) ступити через край. Невідступні лос-анджелеські транспортні затори, відчуття неповноцінності й безсилля, викликані розлученням і звільненням із роботи, чудне поєднання ізоляції та натовпу, яке притаманне сучасному життю, – всі ці обставини разом узяті загнали героя у психотичний стан, в якому він у пориві люті метався містом, несамовито намагаючись виправляти побачені кривди.

Хоча більшість із нас ніколи настільки далеко не зайде в реакції на стреси сучасного життя, всередині себе ми насправді ведемо таку саму війну. Велика маса науково встановлених фактів свідчить, що хронічний стрес шкодить усьому – від нашого психічного здоров'я й сексуальної активності до нашої імунної системи. Так, довгочасний стрес знижує чутливість до глюкокортикоїдних гормонів, причетних до запальних реакцій. По суті, через надмірне подразнення наша імунна система втрачає відчуття реальності і хибно припускає існування хронічної інфекції або якоїсь іншої атаки на наше тіло, а отож, порушується нормальний процес розпізнання організмом закінчення зараження. Такий вислід не тільки збільшує наші шанси

підхопити застуду, а й імовірність забивання судин та автоімунних недугів.

Цікаво, що короткочасний стрес насправді корисний для імунної системи. Приміром, обстеження ентузіастів парашутного спорту показало, що зростання в тілі рівня адреналіну збільшує кількість компонентів імунної системи, які називаються природними кілерами. Ці клітини, як правило, опиняються в першому ешелоні захисту від інфекцій, поки решта імунної системи (антитіла і так далі) мобілізує свої сили. Така реакція була високо адаптивною для наших мисливсько-збиральницьких пращурів, оскільки регулярні випадки викиду адреналіну в ситуаціях «бій-або-втеча» приводили їхню імунну систему в стан готовності до дії.

Вплив стресу, викликаного надмірною щільністю та географічним обмеженням – обставинами, які зазвичай настають лише після переходу до агрокультури, – насправді спостерігається в деяких пізньопалеолітичних розкопах. У деяких місцевостях населенню доводилося користуватися обмеженим ресурсом, тому в нього не було можливості вдатися до типової реакції мисливця на таку ситуацію – просто-напросто піти. Одне з таких незвичних місць знайшли на ріці Ніл, а Клайв Ґембл описав його в своїй неперевершеній книжці-огляді палеоліту під назвою «Часопрохідці»:

> Археологічні розкопки (пізньопалеолітичних шарів) вздовж Нілу демонструють соціальні наслідки прив'язаності до цього обмежувального ресурсу. Інтенсифікація добування засобів прожиття може викликати побічні проблеми в житті людей, а надто коли вона пов'язана зі співжиттям упродовж довгих періодів. Щоб розв'язати конфлікт або незгоду, мисливець чи збиральник зазвичай просто іде подалі від проблеми. Проте ця стратегія не завжди здійсненна. Фред Вендорф і Анджела Клоуз знайшли велику масу доказів насилля вздовж берегів Нілу, яких немає у родючіших північноафриканських рефугіях Магрибу та Кіренаїки 18 тисяч років тому... На цвинтарі Джебель Сагаба щонайменше 40% похованих (без огляду на стать і вік) померли насильницькою смертю.

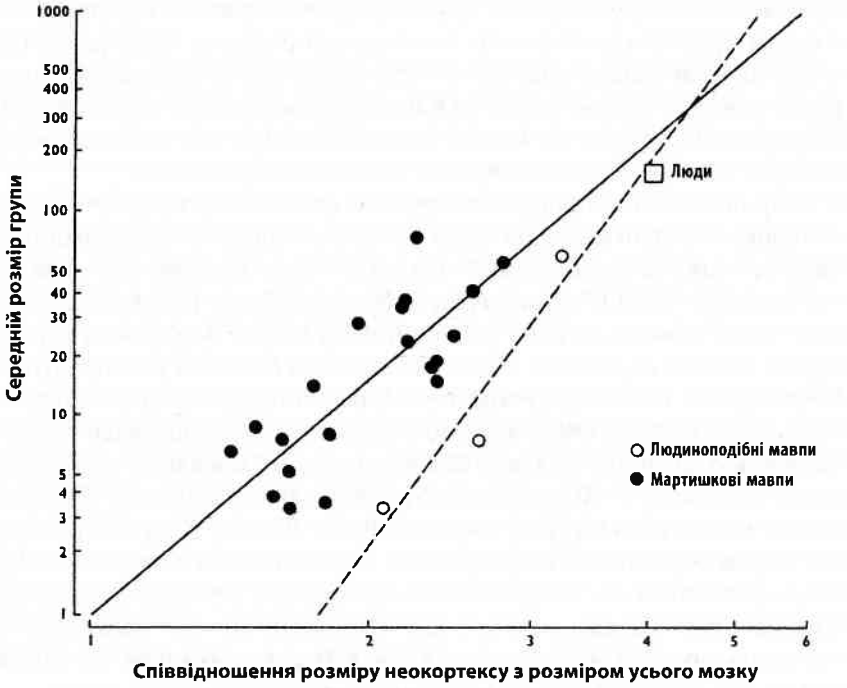
Надзвичайно багате довкілля Нілу дало змогу людському населенню розростися до такого розміру, коли чвари стали неминучими. Те саме спостерігається в інших пізньопалеолітичних місцевостях із багатими морськими ресурсами, як-от Японія та тихоокеанське узбережжя Північної Америки. Там, як ми знаємо з Частини другої,

зростання розміру людських груп породило соціальну ієрархію, яка з часом призвела до боротьби за обмежені ресурси. Повторюся, що війна набуває поширення лише тоді, коли є за що битися, причому розраховувати на компроміс не випадає, а лишається *тільки* битися. Марнування ресурсів на часті й затяжні битви не має еволюційного сенсу за винятком випадків, коли іншого вибору немає.

Причини такої напруженої реакції на життя у великих групах складні, але, напевно, пов'язані із вельми цікавою закономірністю, яку відкрив еволюційний психолог Робін Данбар. Він виявив, що середній розмір групи серед людиноподібних та мартишкових мавп (найближчих до нас у еволюційному плані) пов'язаний із розміром їхнього мозку: що більший мозок, то більший розмір групи. Вочевидь, це пов'язано з тим, що збільшення кількості нейронних зв'язків у більшому мозку дає змогу індивідові підтримувати більшу кількість соціальних зв'язків. Більшість проаналізованих ним видів жили групами в 5–50 особин. Екстраполювавши отриману лінію на мозок такого розміру, як у людини, Робін Данбар з'ясував, що для нас передбачуваний розмір групи має становити близько 150 осіб. Це число виявилося напрочуд близьким до розміру всіляких природних груп, до яких належать люди: від військових рот до традиційних гутеритських сільських громад у Канаді. Також виявилося, що таким самим був середній розмір мисливсько-збиральницьких ватаг.

Як пояснює Данбар, люди ідеально пристосовані до життя в групах такого розміру не тому, що вони не можуть *запам'ятати* більше партнерів (цей показник насправді сягає приблизно 2000 осіб), а тому, що це максимальна кількість *змістовних* соціальних зв'язків, які індивід може підтримувати. Виявляється, 150 – це середня кількість людей, до яких нам зручно звертатися з проханням, а також середня кількість друзів і родичів, яким британці протягом 1990-х років (до появи електронної пошти) надсилали вітальні різдвяні листівки. З Данбарового відкриття випливає, що наша соціальна структура закарбована в нашій біології. Якщо розмір мисливсько-збиральницької ватаги перевалює через цей поріг, як правило, реалізується один із двох сценаріїв: група або розколюється на дві, або, коли це неможливо, знаходить спосіб підтримання порядку за допомогою тих соціальних структур, що існують у сучасному світі: уряду, релігії, права, поліції тощо. Якщо для наших палеолітичних пращурів залишався відкритим перший сценарій, то в постнеолітичному світі єдиним порятунком став другий.

Попри цілющий вплив уряду, що його Томас Гобс називав Левіафаном – грізним державним утворенням, яке, на його думку, в



Малюнок 24. Зв'язок між співвідношенням неокортексу з рештою головного мозку та розміром групи у людиноподібних і мартишкових мавп, згідно з даними Робіна Данбара. Прогнозований розмір людської групи становить 148 осіб

умовах цивілізованого суспільства тримає на прив'язі наші «тваринні» пориви, – життя в групах більших за 150 осіб створює певний психологічний тягар. По-перше, в таких групах уже неможливо ставитися до інших членів групи так само, як у групах меншого розміру. Ми починаємо дегуманізувати одне одного, а наша поведінка стає дуже неприродною. Подумайте про перебування в ліфті із незнайомцями, коли кожен намагається уникати зорового контакту і проявляє нездоровий інтерес до номеру поверху або щойно отриманого повідомлення на смартфоні. Жодному мисливцю-збиральнику не спало би нам думку відбутися мовчанкою в разі настільки тісної зустрічі з іншим членом групи, а сучасні типові містяни часто вдають, що інші люди просто не існують; інакша поведінка їм не під силу. Уявіть, що б з вами сталося, якби ви заводили розмову з кожною людиною, яка опиняється в безпосередній близькості від вас

упродовж звичайного міського робочого дня – мозок закипає при думці про кількість можливих бесід. Наш мозок просто не зміг би впоратися з таким (а про наш денний розклад годі й говорити), тому ми розвинули пристосувальний механізм: поводитися так, нібито цих людей немає, а натомість вони становлять частину фонового шуму сучасного життя.

Така психологічна розбіжність між густонаселеним, гамірливим рільничим світом та рідконаселеним мисливсько-збиральницьким світом, поза сумнівом, є однією з причин психологічного неспокою, який відчувають багато людей. Разом із іншими «шумними» аспектами сучасного життя, надмірне фонове соціальне подразнення, дуже вірогідно, є однією з причин зростання рівня психічних розладів у більшості суспільств. Згідно зі звітом, який згадувався наприкінці попередньої частини, експерти ВООЗ очікують, що станом на 2020 рік психічні розлади займуть другу сходинку в рейтингу головних причин непрацездатності та смертності у світі. Обстеження, які проводилися в Європі та США, показали, що більше четвертини населення щороку демонструє симптоми, які слід було б діагностувати яко психічні розлади (але більшість так і не діагностується), із яких найпоширенішим є тривожний невроз.

Ця тенденція відображається у ростучому застосуванні психотропних засобів. Люди завжди знаходили втіху в зміні станів свідомості за допомогою різноманітних речовин від алкоголю й марихуани до дуже сильного галюциногена аяваски, якою полюбляють бавитися корінні мешканці Амазонії, але нині вперше в історії ми щоденно накачуємо себе психотропними засобами, щоб виглядати *по-нормальному*. Згідно з відомостями Центрів контролю й профілактики захворювань США, такі антидепресанти, як «Прозак» і «Паксил» сьогодні в США найчастіше з усіх ліків фігурують у виписаних лікарями рецептах – навіть частіше, ніж ліки від гіпертонії, високого рівня холестерину та головного болю. Психостимулятор «Риталін», за допомогою якого лікують синдром дефіциту увагу й гіперактивності, став частиною повсякдення для 10% американських хлопчиків. Надмірне приписування лікарями, безперечно, також робить внесок у напихання сучасних людей медикаментами донесхочу, але все-таки існує засаднича проблема, яка викликає в нас почуття психологічного дискомфорту. На мою думку, вона також є залишковим осадом від неолітичного демографічного вибуху.

ПОГЛЯД У МАЙБУТНЄ

Мчачи в XXI сторіччя зі своїм неолітичним багажем за плечима, ми ще продовжуємо пристосовуватися до тієї нової культури, яка зародилася лише 10 тисяч років тому. Подвійний тягар недуг і тривог, який ми приймаємо яко частину сучасного життя, викликатиме докорінні зміни в системах охорони здоров'я мірою того, як хронічні захворювання та психічні розлади ставатимуть дедалі поширенішими. Винаходитимуться й приписуватимуться нові медикаменти, а ми звикатимемо до фармакологічного покращення життя. Чи зможемо ми вигадати засіб, який зцілюватиме нас від усього? Мабуть, ні – але фармацевтичні компанії, безумовно, намагатимуться.

Проте існує ще один несподіваний варіант, який замаячив на обрії уяви лише в останні десять років. Одна зухвала нова технологія дає надію не тільки на лікування хвороб після прояву їх симптомів, яке часто-густо робиться навмання, а й на те, що хвороба як така стане старожитністю – ми вмітимемо передбачати, а не просто реагувати; запобігати, а не просто лікувати, а якщо доведеться лікувати, то робитимемо це з небувалою точністю. Ця технологія відкриває також загрозливу можливість цілковитого усунення хвороб як сьогодні, так і навічно. Можливо, це буде найпотужніша сила, яку ми будь-коли приборкували іменем медицини. Вона відкриває перспективу раз і назавжди підігнати нашу біологію під нову культуру, яку ми створили – наново створити себе за образом і подобою постнеолітичного суспільства. Саме ця технологія – наука геноміка – та славний новий світ, який вона обіцяє, буде нашим наступним пунктом призначення.

ЧАСТИНА П'ЯТА

Швидко вперед

> Євгеніку* потрібно впроваджувати в народну свідомість яко нову релігію. [...] Те, що природа робить сліпо, повільно й жорстоко, людина повинна робити завбачливо, швидко й лагідно.
>
> *Френсис Ґелтон,*
> *«Нариси про євгеніку» (1909)*

ДЕРБІШИР, АНГЛІЯ

Я ще почувався в'ялим після стомливого цілонічного перельоту, але мусив пильно стежити за дорожнім рухом, кермуючи орендованим автомобілем вздовж траси М1 за межами Лондона, оскільки не звик триматися лівого боку на дорозі. Кінець кінцем я влився в ранковий транспортний потік, що прямував на «Північ» (як говорилося на знаках у дуже британському стилі), довів свою невелику машину до 120 км/год., знайшов радіостанцію, на якій транслювали хіти класичного року 1960–1970-х років, і влаштувався в сидінні для двогодинної їзди. Подорож англійською сільською місцевістю (хоч із автостради виднілися лише невеликі її картинки) змусила задуматися про мету мого візиту. Інші мої поїздки в процесі підготування цієї книжки були пов'язані із певним науковим інтересом, а нинішня відрізнялася в цьому плані. Вона мала на меті не так зрозуміти наукові чи технічні методи, що стоять за силами, які я вивчаю, як особисто поспілкуватися з одними людьми. Я приїхав поговорити із родиною, яка випадково опинилася на вістрі успіхів сучасних технологій у справі перетворення людини. І дослідження

---

* Євгеніка – вчення про поліпшення «людської породи».

моє мало відбутися в найнезвичнішому для цього місці – за кухонним столом затишного дербіширського котеджу Мішель і Джейсона Вітакерів, збудованого в XIX столітті.

Вітакерів винесло в центр міжнародної уваги в 2002 році, коли британське державне Управління в справах запліднення й ембріології людини (HFEA) відхилило їхнє прохання про створення «задуманої дитини», як цю справу охрестила преса. Старший син Вітакерів Чарлі народився за три роки до того. Хоч при народженні він виглядав достатньо здоровим, в тримісячному віці стало зрозуміло, що з ним щось негаразд. Згодом йому діагностували надзвичайно рідкісну генетичну хворобу, відому як анемія Даймонда–Блекфена (АДБ) – на всю країну було відомо всього-на-всього кілька десятків хворих на неї. За такої хвороби його кров не могла переносити вдосталь кисню, щоб організм хлопчика нормально розвивався. Єдиним відомим способом її лікування були регулярні переливання крові, але, на жаль, масова гибель червоних кров'яних тілець могла сильно перевантажити печінку й нирки дитини. Відразу вдавшись до такого лікування й помітно полегшивши симптоми Чарлі, Вітакери, втім, знали, що згодом їхній син, як і всі пацієнти з АДБ помре, якщо не вдасться знайти донора кісткового мозку.

Ідея полягала в тому, щоб за допомогою хіміотерапії знищити дефективний кістковий мозок Чарлі, що зробило би його нездатним виробляти клітини крові. Хоч цей етап був неймовірно небезпечним – це те саме, що штучно створити захворювання на СНІД, унаслідок чого організм стане надвразливим перед інфекціями, – але був неодмінним для наступного кроку – трансплантації. Якби вдалося знайти донора з такими самим антигенами імунної системи, як у Чарлі, тоді клітини донорського кісткового мозку можна було б увести в організм хлопчика. Після цього можна було сподіватися, що здорові клітини приживуться в кістках Чарлі і, врешті-решт, створять нову імунну систему – та здорові клітини крові, – тим самим вилікувавши недугу хлопчика. Проте на відміну від хворих на лейкемію, які, в пошуках збігу, можуть скористатися реєстром мільйонів потенційних донорів, Чарлі виявився покинутим напризволяще.

Навіть у випадку ідеального збігу між донором і реципієнтом шанси на успіх трансплантації між двома неспорідненими особами становлять приблизно 15%, тобто у 85% випадків трансплантація зазнає невдачі. Такий ризик має сенс, якщо пацієнт хворий на смертельну форму лейкемії – навіть 15% кращі за гарантовану смерть. Проте у випадку несмертельних хвороб на кшталт АДБ вважається,

що низькі шанси на успіх не варті ризику, тому трансплантацію забороняють. З іншого боку, якщо донором виступає брат або сестра пацієнта із аналогічними антигенами, ймовірність успіху різко зростає до багатонадійних 85%. Звісно, постає проблема знайти донора з родини пацієнта. Оскільки Чарлі був єдиною дитиною в Мішель і Джейсона, всі їхні надії були пов'язані із народженням ще однієї дитини, котра змогла би стати донором.

Тепер ми вступаємо в нову царину нашої подорожі через осад, який полишила агрокультура й вислідна індустріалізація: конфлікт між тим, що ми *можемо* з наукового погляду, і тим, що нам *слід* робити з морального погляду. Якщо перше досить легко оцінити в об'єктивний спосіб: нова технологія або виконує бажану функцію, або ні, – то друге значно менш очевидне. Розбіжність між цими двома царинами: практичною і моральною, – детальніше розглянемо в останній частині книжки. Проте ситуація з Чарлі Вітакером уже зараз дає нам промовистий приклад того, як стрімкий розвиток технології може набагато випередити здатність суспільства справлятися з ним морально.

Якби Вітакери зіткнулися зі своєю проблемою років двадцять тому, в них не було би вибору. Їм слід було би заводити ще одну дитину з надією, що її антигени повністю збігатимуться з тими, що в Чарлі. З огляду на спосіб передавання хромосом під час репродукції в цієї дитини було би тільки 25% шансів на збіг із Чарлі. Кожна наступна дитина підвищувала би шанси на успіх, але досягти ймовірності понад 50% можна було щонайменше з трьома додатковими дітьми – або якби Вітакерам дуже поталанило. Вони завжди хотіли, щоб у Чарлі були брати та сестри, але добре розуміли, що кожна нова дитина наражалася на певний ризик народження з АДБ. Чи варто було ризикувати народженням ще однієї дитини з такою вбивчою хворобою, щоб вилікувати Чарлі? Це питання було, на перший погляд, питанням морального вибору з багатьма невідомими, але в 2002 році воно дістало нову відповідь завдяки неймовірним технологічним досягненням останніх двадцяти п'яти років. Стало відомо, що існує спосіб схилити шанси на користь Вітакерів.

В липні 1978 року в Леслі та Джона Бравнів із Манчестера народилася дочка. В ході пологів було застосовано кесарів розтин, в результаті якого на світ з'явилася дівчинка, що важила 2,6 кг при народженні. Здавалося б, нічого особливо – одна з багатьох дітей, народжених того літа в Англії, останнього перед «зимою тривог», що привела наступного року до влади уряд Маргарет Тетчер. Проте ця дитина на ім'я Луїза Джой оповістила світанок нової доби в

людській репродукції: Луїза стала першою дитиною, зачатою за допомогою екстракорпорального запліднення (ЕКЗ), – найпершою «дитиною з пробірки».

Лікарів, які вдалися до ЕКЗ, щоб створити Луїзу, спонукав застосувати цей метод на людях його надзвичайний успіх на тваринах, зокрема кролях. Проте якщо лабораторним кролям насправді не потрібна допомога, щоб заводити дітей, багато людей мають таку потребу, зокрема й Бравни, які чекали на маля дев'ять років. Успіх першої вагітності заохотив Леслі та Джона через кілька років зачати ще одну дитину методом ЕКЗ. У такий спосіб розчинилися двері нового світу.

Завдяки ЕКЗ вдається зробити те, що не виходить у природний спосіб, – цей метод просто допомагає природі. Без жодних модифікацій у ньому використовується природна сперма і природна яйцеклітина батьків. Як з'ясувалося, організм Леслі виробляв абсолютно нормальні яйцеклітини, але її фаллопієві труби були закриті і не пропускали сперму до яйцеклітини. ЕКЗ дозволило Леслі обійти цей анатомічний глухий кут і зробити те, чого не вдавалося її організму самостійно – зачати дитину зі своїм чоловіком. Жодних інших модифікацій звичайного процесу розмноження людини не робилося, а імплантована запліднена яйцеклітина була настільки ж непередбачуваною, як і при звичайних методах.

Починаючи з кінця 1960-х років науковці використовували один маловідомий факт із розвитку ембріонів у тварин, щоб на його основі розробити радикальніший підхід до ЕКЗ. Дорослі люди, діти та ембріони на пізніх стадіях розвитку неспроможні регенерувати велику масу втраченої тканини – приміром, ваш організм не може відростити нову руку, якщо її було втрачено, – але для ембріонів на ранніх стадіях розвитку це не проблема. Після зачаття запліднена яйцеклітина починає ділитися, подвоюючи кількість клітин приблизно кожні вісімнадцять годин. Тож на ранок третього дня після запліднення ембріон складається із восьми клітин ($2 \times 2 \times 2$). Якщо на цій стадії в ембріона видалити одну клітину, для його подальшого розвитку це не матиме ніякого значення – решта сім клітин продовжуватимуть ділитися, формуючи складні структури розвиненого ембріона, а потім – впізнавані тканини плоду. Зате взята з нього клітина містить повний геном ембріона, що розвивається. Завдяки досягненням молекулярної біології 1980-х років, зокрема відкриттю полімеразної ланцюгової реакції, за допомогою якої можна вивчати невеликі обсяги ДНК з однієї-єдиної клітини, науковці раптом дістали змогу зчитувати генетичну інформацію з

цієї видаленої клітини, тим самим започаткувавши цілковито нову епоху в дітонародженні.

Технологія, яка називається передімплантаційна генетична діагностика (ПГД), дозволяє лікарям прогнозувати характеристики майбутньої дитини. У випадку Вітакерів це означало, що, створивши велику кількість восьмиклітинних ембріонів і перевіривши їх усіх на наявність генів, які дозволять майбутній дитині стати донором для Чарлі, можна буде перехитрити закони ймовірності та імплантувати лише потрібні ембріони. Проте в цього методу є і критики, через що всю процедуру мало розглянути і схвалити HFEA. У Сполученому Королівстві, на відміну від Сполучених Штатів, усі нові технології суворо регулюються на предмет захисту прав ненародженої дитини. Коли стало відомо про звернення Вітакерів, багато людей виступило проти. Дехто виступав проти процедури з етичних міркувань, боячись дозволяти створення «дитини – донора органу». На їхню думку, Вітакери хотіли зачати дитину тільки для того, щоб вона виступила донором тканини для Чарлі – думка, на яку накинулася спрагла на сенсації преса. За рік до того HFEA постраждало від схожої справи, коли дозволило іншій родині зі Сполученого Королівства використати ПГД, щоб створити донора для їхньої дитини: за це на Управління вчинила позов група, яка називала себе «Зауваження до репродуктивної етики». Керуючись попереднім досвідом, HFEA відмовило Вітакерам у дозволі. Нова технологія існувала, але вважалася неприйнятною, принаймні багатьма британцями. Загальнонаціональна газета «Daily Mail» повідомила про цю ухвалу на першій шпальті таким заголовком: «Малюк, якому не допоможе наука».

Лікар Вітакерів Могамед Таранісі був одним із найуспішніших фахівців з питань фертильності у Сполученого Королівстві. В нього з'явилася ідея використати історію з Чарлі, щоб поінформувати широкий загал про існування таких технологій, а відтак застосувати їх у ширшому масштабі по всій країні. Проте в 2002 році багато представників медичної спільноти вважали ПГД експериментальною процедурою, яка перебувала на стадії розробки. Тому д-р Таранісі планував привезти команду лікарів із приватної репродуктивної клініки в Чикаґо, щоб вони провели процедуру в Сполученому Королівстві. Коли ж HFEA не дала дозволу на це, він зіткнувся з дилемою. Тому, в найкращих традиціях американської «непохнюпливості» (хоча сам він англієць), Таранісі порадив Вітакерам сісти на літак до Чикаґо і провести всю процедуру там.

Джейсон і Мішель Вітакери не надто багаті, але коли перед ними постало питання щодо ПГД – дорогої процедури, яка може обійтися в $30 000 на одну спробу, а спроб може знадобитися декілька, щоб домогтися життєздатної вагітності, – вони готові були закласти свій будинок і позичити грошей у родичів. Але д-р Таранісі зробив їм пропозицію, перед якою неможливо було встояти: він оплатить усі витрати, навіть квитки до Чикаґо. Тому через три тижні після отримання негативної відповіді від HFEA Вітакери о шостій ранку здали в Лондоні останні гормональні аналізи і відразу помчали в аеропорт Гітроу, щоб устигнути на літак до Чикаґо. Час не чекав.

У Чикаґо вони опинилися в суботу, а зранку в понеділок уже було отримано яйцеклітини Мішель – цілих тринадцять. П'ять із них загинули в наступні кілька днів, тож для запліднення лишилося вісім. Коли медики розмістили їх разом зі спермою Джейсона, Вітакерам лишалося тільки чекати і сподіватися на краще. На третій день шість із восьми ембріонів зберігали життєздатність, тож медики взяли з кожного з них по клітині. Генетичний аналіз показав, що три з них були ідентичними Чарлі – посмішка долі, адже імовірність збігу становила лише 25 %. Мішель і Джейсон вирішили імплантувати два з них – на випадок, якщо один не приживеться. Так і вчинивши, вони сіли на зворотній літак. На шляху додому Мішель, відчуваючи зрадливі сигнали ранкової нудоти, – можливо, психосоматичні, а може, й реальні – вже знала, що вона вагітна. Прибувши в Сполучене Королівство, подружжя негайно відвідало д-ра Таранісі, який провів аналіз рівня гормонів і з'ясував, що тільки один ембріон імплантувався. Тоді він їм сказав, з огляду на попередню здатність Мішель зачати дитину природнім шляхом та її відносно молодий вік (30 років на той момент), що «якщо не вийде у вас, то в інших тим більше». І в них вийшло.

Ультразвукове обстеження підтвердило вагітність, і Вітакери опинилися на крок ближче на шляху зцілення свого сина Чарлі. На вісімнадцятому тижні вони провели амніоцентез, щоб підтвердити генетичний збіг із Чарлі, але вирішили не дізнаватися більше нічого – навіть статі плоду. Отримавши остаточне підтвердження, вони мали відтак тільки чикати пологів. Вагітність проходила нормально з єдиним ускладненням – плід не повертався в матці, тому стало зрозуміло, що пологи будуть сідничні. З цих міркувань акушери Вітакерів вирішили 16 червня 2003 року виконати кесарів розтин.

Крім народження здорового малюка, метою всієї процедури пологів було ще й збирання пуповинної крові. Пуповина, яка виступає каналом постачання дитини киснем та поживними речовинами,

також є особливо багатим джерелом гемопоетичних стовбурових клітин. Ці клітини унікальні тим, що можуть диференціюватися на клітини кісткового мозку, котрі, своєю чергою, вироблятимуть нормальні клітини крові. По суті, вони виступають замінником трансплантата кісткового мозку, а їх використання не передбачає жодних інвазивних методів, якими зазвичай отримують кістковий мозок (болісне проколювання грудної кістки було типовим методом добування клітин кісткового мозку). Після того як лікар введе їх в організм реципієнта в такий самий спосіб, що й звичайне переливання крові, вони самі дістануться до кісткового мозку й почнуть диференціюватися там на звичайні клітини кісткового мозку. Все, що для цього потрібно – це зібрати зразки крові з пуповини після пологів і перерізання самої пуповини. Це мінімальне втручання, яке сьогодні проводять при багатьох народженнях, щоб зберігати пуповинну кров на випадок терапевтичного використання в майбутньому. Джейсона теж навчили збирати пуповинну кров у разі, якщо пологи відбудуться за межами лікарні; вона була занадто цінною, щоб втратити таку нагоду її зібрати.

Кесарів розтин пройшов успішно. Було зібрано близько 150 мілілітрів пуповинної крові – «півбляшанки "Кока-коли"», як розповів Джейсон. Її негайно промили, а клітини заморозили, адже потрібно було ще принаймні шість місяців, щоб підтвердити, що малюк, якого назвали Джеймі, не має АДБ. На щастя, хвороби він не мав, тож узимку 2003–2004 років Вітакери разом із д-ром Таранісі почали планувати трансплантацію клітин у організм Чарлі.

Процедуру вони призначили на літо, бо це був «мертвий сезон» для застуд і грипів, а попереду якраз була найнебезпечніша частина всієї історії. За допомогою хіміотерапії планувалося вбити всі клітини кісткового мозку в організмі Чарлі. Це була одна з передумов, щоб трансплантація спрацювала; але вона робила його вразливим перед різними принагідними інфекціями. Для мінімізації ризику його слід було тримати в ізоляції впродовж процедури. Як говорив Джейсон, пояснюючи Чарлі, що відбудеться, потрібно «усипити його солдатиків, щоб вони не напали на солдатиків Джеймі».

Чарлі ліг у лікарню наприкінці червня, а невдовзі отримав першу порцію медикаментів. Мішель докладно розповіла мені, як у неї рвалося серце, коли син у неї на очах плакав від болю, викликаного хіміотерапією, втрачав вагу, а в кінці – навіть волосся, коли його організм остаточно ослаб. Нарешті через десять моторошних днів показник нейтрофілів у його тілі впав до нуля – це означало, що в нього вже не було функціональної імунної системи (нейтрофіли –

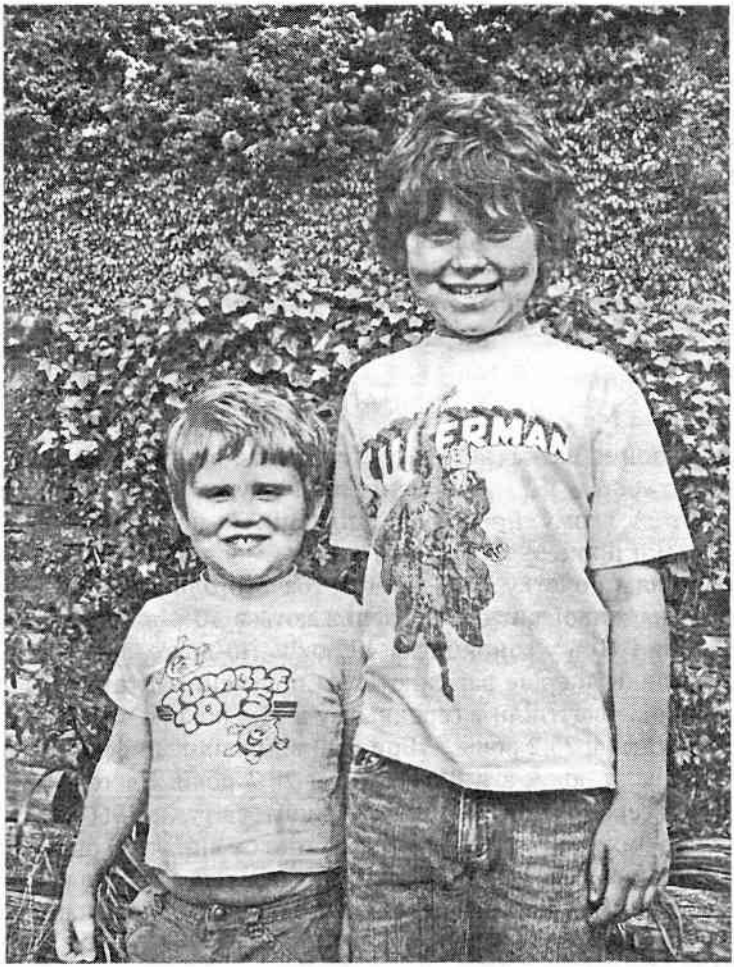
це особливі білі клітини крові, які виконують імунну реакцію). На цій стадії можна було припинити хіміотерапію і почати трансплантацію.

Після усіх передущих кроків сама трансплантація виглядала буденною дрібницею: пуповинну кров просто-напросто розморозили і впорснули в організм Чарлі через вену на руці. Найнезвичайнішим на цьому етапі було те, що Чарлі пахнув, як консервована кукурудза внаслідок дії речовини, використаної для заморозки клітин. Через півгодини після початку процедура скінчилася – залишалося чекати й сподіватися.

Теоретично влиті в кров клітини мали самі знайти шлях до кісткового мозку Чарлі, імплантуватися там і почати наново виробляти клітини крові. Проте вони вже не вироблятимуть хворі на АДБ клітини Чарлі, а здорові клітини крові, як у Джеймі. Якщо все так і станеться, результат можна буде зафіксувати вже за кілька тижнів. І він з'явився – під кінець липня в аналізі крові Чарлі було виявлено перші нейтрофіли. Щоб зменшити ризик зараження лікарняною інфекцією, Мішель і Джейсон забрали сина зі стаціонару 30 липня – трішки більше місяця після прибуття в лікарню.

Впродовж наступних кількох місяців Чарлі поступово завершував курс вживання медикаментів, призначених для запобігання відторгненню трансплантата, а через шість місяців після трансплантації з нього зняли останні приписані ліки. Поневіряння трансплантата завершилися – залишалося дізнатися, чи вилікував він хлопчика. Через шість і дванадцять місяців після втручання було проведено біопсію кісткового мозку для з'ясування, чи клітини Джеймі, які прижилися в кістковому мозку Чарлі, були здоровими, а родина з острахом чекала, чи повернуться якісь із симптомів АДБ. На щастя, нічого такого не сталося – показник гематокриту в організмі Чарлі, який вимірює рівень вироблення червоних кров'яних тілець, залишався в межах норми. Кінець кінцем у березні 2007 року Чарлі офіційно оголосили вилікуваним. Тяжкі випробування, яких зазнала родина, виявилися вартими зусиль.

Завершуючи розповідь про їхню неймовірну історію, Джейсон почав говорити про перешкоди, які їм створювало HFEA та інші групи, які наглядають за дотриманням етики у сфері ПГД. На його тверде переконання, якщо існує медичне розв'язання певної проблеми, людям повинні дозволяти користуватися його можливостями. «Ми не граємося в Бога, – відкоментував він, – ми просто схиляємо шальки терезів на свою користь». Із тих пір його призначили членом Комісії в справах людської генетики, створеної урядом Сполучного



Малюнок 25. Джеймі та Чарлі Вітакери

Королівства для вивчення ризиків і переваг нових генетичних технологій. Коли я запитав, як він ставиться до обирання батьками інших генів за допомогою ПГД, Джейсон відповів, що хоча він вагається з приводу вибору кольору волосся та інших подібних характеристик, але впевнений, що людям слід дозволяти обирати гени, які можуть впливати, приміром, на ризик захворювання цукровим діабетом. Якщо така інформація досяжна, люди природно хотітимуть дістати доступ до неї.

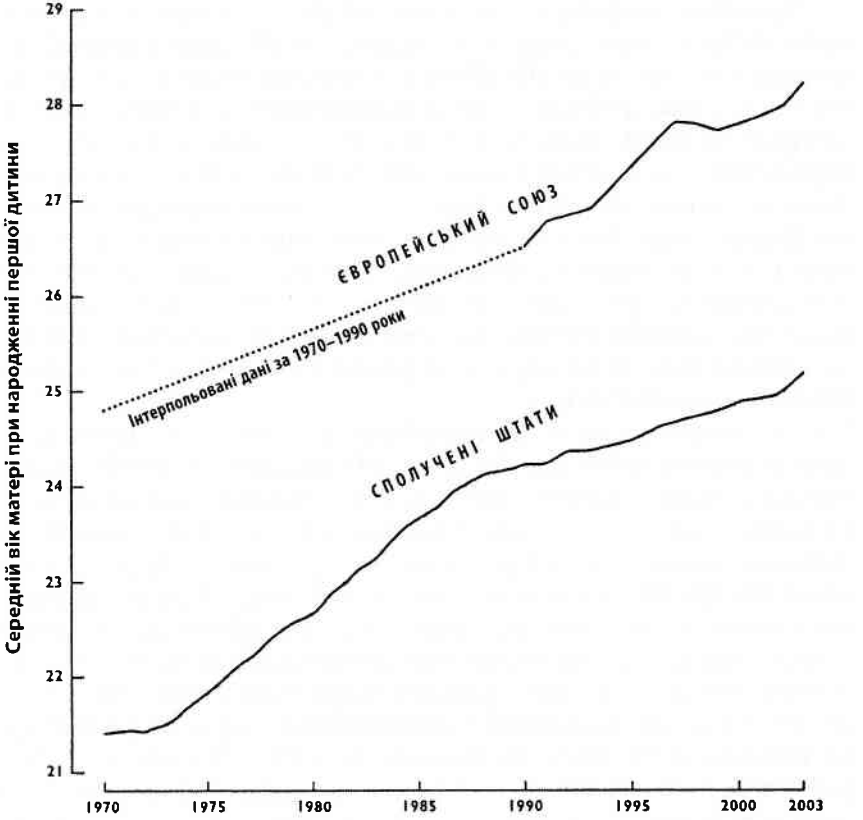
Покидаючи будинок Вітакерів я нашвидку сфотографував Чарлі та його меншого брата, котрі гралися в дворі. Вони виглядали абсолютно нормальними, що мені навіть не вірилося щойно почутій оповіді, в якій змішалися передові наукові розробки, медична етика і ЗМІ на тлі тяжко хворого малюка. В їхніх обличчях я побачив майбутнє, яке ставатиме дедалі поширенішим мірою того, як нові репродуктивні технології та генетичні аналізи ставатимуть доступнішими. На Чарлі та Джеймі не лишилося жодного сліду медичного втручання, але питання залишається чинним: чи в кінцевому підсумку всі ці успіхи медицини змінять нас у непередбачуваний спосіб?

НЕСТРИМНА ТЕНДЕНЦІЯ

Як я щойно зазначив, ЕКЗ було вперше випробувано для людської вагітності в 1977 році. З тих пір відбувся вибух популярності цього методу, якому сприяли дві тенденції. По-перше, значне покращення самої процедури, завдяки якому ймовірність успішного ЕКЗ різко зросла з початку 1980-х років, тож сьогодні шанси на успіх – народження живої дитини – наближаються 40% випадків у жінок до 35 років і 10% у жінок після 40 років. По-друге, зростання віку, в якому жінки вперше вагітніють. У Сполучених Штатах 1971 року жінки вперше вагітніли в середньому в 21,4 роки, а в 2003 році цей показник сягнув 25,2 років. У Британії відповідна цифра за 2003 рік становила 27,4 роки, а в Швейцарії – 28,7 роки. Ця тенденція ще виразніша серед жінок, які здобули вищу освіту. За 1960–2003 роки частка перших у житті пологів серед жінок у віці за 30 років потроїлася (з 7% до 22%), а жінки з вищою освітою (з бакалаврським і магістерським ступенями) дедалі частіше відкладають народження дитини до віку понад 35 років.

Ясна річ, фертильність після 35-річного віку сильно знижується, через що імовірність зачаття падає. Цим пояснюється стрімке зростання частоти ЕКЗ в останні двадцять років. Згідно з оцінками, в деяких європейських країнах близько 4% народжень трапляються завдяки ЕКЗ. На сьогодні в світі більше мільйона дітей, народжених із застосуванням цієї процедури – і ця цифра має тенденцію до зростання. Зараз 10% американських жінок віком понад 35 років і 22% жінок віком понад 40 років вдаються до ЕКЗ з метою зачаття дитини.

Вартість екстракорпорального запліднення зазвичай варіюється в межах $ 10000–12000 за один цикл, але зі зростанням віку та



Малюнок 26. Середній вік матерів при народженні першої дитини в Сполучених Штатах і Європейському Союзі за 1970–2003 роки

зниженням імовірності завагітнення для досягнення успіху потрібно дедалі більше циклів. Отож, це не рішення, яке ухвалюється під впливом хвилинної примхи. Враховуючи це, багато пар нині обирають ПГД у комплекті з ЕКЗ, сподіваючись збільшити свої шанси на успішну імплантацію ембріона. Хоча дослідження журналу «Human Reproduction» за 2004 рік показало, що ПГД не впливає на успіх ЕКЗ в 37-річних жінок, частота використання ПГД щороку зростає на 15–30%, згідно з газетою «Los Angeles Times». Стає зрозуміло, що ця технологія невдовзі стане значно поширенішою, оскільки прогнози народжуваності вказують на подальше зростання кількості старших жінок, які зачинатимуть дітей за допомогою штучних репродуктивних методів.

Зазвичай, якщо батькам не відомо про якісь гострі генетичні патології на кшталт хвороби Тея–Сакса або фіброзно-кістозної дегенерації, під час ПГД вони обирають перевірку тільки на *анеуплоїдію* – ненормальну кількість хромосом, яка може викликати, скажімо, синдром Дауна. Проте, як показала історія Вітакерів, цілком можливо перевірити інші генетичні характеристики. Вступаючи в нову епоху знань про геном, яка розкриється протягом наступного десятиріччя, ми дедалі краще розумітимемо, як наші гени впливають на цілий спектр рис, а не просто знатимемо про їхній зв'язок із відносно рідкісними генетичними патологіями. У зв'язку з поширенішим застосуванням ЕКЗ та його вартістю видається вірогідним, що дедалі більше пар схилятимуться скористатися видимими перевагами генетичного покращення.

Уявіть себе в становищі пари, однин із членів якої – добре освічена жінка віком близько 35 років, яка відклала вагітність заради кар'єри і тепер отримує гарну заробітну платню; чоловік працює на такій самій роботі. В них є будинок у безпечному передмісті з гарними школами, і обоє усвідомлюють значення здоров'я – саме таких батьків більшість чиновників із державних відділів соціального забезпечення бажають дітям. Така пара, ймовірно, не матиме більше двох дітей, а може, зупиниться на одній, щоб свій час і ресурси спрямувати на забезпечення всіх доступних можливостей цій дитині. Вони можуть найняти висококваліфіковану няню для догляду за дитиною, якщо мати повернеться до роботи невдовзі після народження, і, безперечно, шукатимуть гарні дошкільні заклади. Коли дитина підросте, вони знайдуть їй репетиторів, якщо буде потреба (а часто навіть тоді, коли її не буде), та запишуть на додаткові літні курсу, коли школа зачинена. Вони також поміркують про спортивні успіхи або музичні уроки, завжди керуючись думкою (заявленою або мовчазною), що дитину слід заохочувати до вдосконалення всіх її здібностей. Урешті-решт підготування до вищої освіти займе центральне місце (в деяких випадках ще на стадії початкової школи), коли батьки намагатимуться передбачити, яка з середніх шкіл найкраще підготує їхню дитину до навчання в гарному університеті. Знайшовши підхожий заклад, батьки зможуть почуватися впевнено, що вони виконали свою роль – спрямували свою дитину стежиною, що веде до щасливого й успішного життя.

Навіть якщо ця подорож триватиме без перебоїв, вона обійдеться в сотні тисяч доларів за молодості дитини. Додайте до цього вартість зачаття (якщо воно було штучним) і вагітності – і стає зрозуміло, чому деякі батьки розглядають весь процес крізь при-

зму інвестування – звісно, вартого зусиль, але дуже відчутного витрачання дефіцитних ресурсів на майбутнє покоління. Крім того, певну роль відіграє своєрідна чванливість – бажання бачити свою дитину відображенням власного успіху, – через яку (разом із іншими чинниками) складається заплутана стежина до дорослого життя, якою сьогодні прямують багато дітей вищого прошарку середнього класу.

Якщо на цій добре второваній стежині з'являються ознаки того, що бажаного результату не буде досягнуто, батьки можуть втрутитися. Буйну вдачу хлопчика загнуздають щоденними дозами «Риталіну», криві зуби дівчинки виправлять брекетами, а на будь-які ознаки серйозних медичних загроз вдарять найостаннішими високотехнологічними засобами та самовідданими медичними працівниками. Всім нам добре відомо, що мінлива доля може завдати дошкульного удару навіть по тих, хто якнайретельніше вибудовував свої плани. Але що коли є спосіб уникнути цих ударів і перетасувати колоду шансів на свою користь, обравши гени для своєї дитини? Хоч комусь ця думка може видатися неетичною, як пізнали на власному досвіді Вітакери, для інших це просто розумне застосування сучасної технології.

Таке майбутнє провіщають нам нові генетичні технології. Хоч нам відомо чимало про генетичні джерела багатьох рідкісних розладів, які трапляються менше ніж у 1% населення, як-от хвороба Тея–Сакса або фіброзно-кістозна дегенерація, генетики ще тільки в процесі відкриття генетичних чинників, які впливають на поширені хвороби, про які ми говорили в Частині третій, як-от гіпертонія та цукровий діабет. Середовище може відігравати найважливішу роль у зумовленні хвороб конкретної людини, але генетичні чинники з ними також пов'язані. А про психічні розлади, як-от шизофренію, маніакально-депресивний психоз і алкоголізм, відомо ще менше. Сьогодні на наших очах відбувається революція в розумінні генетичних основ таких хвороб, а протягом наступного десятиліття буде з'ясовано ще більше. В інтерв'ю журналу «The Scientist» один із керівників Проекту геному людини і директор Інституту Броуда в Кембриджі (штат Масачусетс) Ерик Лендер описав цей період у історії генетики яко «надзвичайний час для вивчення людської мінливості, бо в нас нарешті вдосталь інструментів та інфраструктури, щоб з'ясувати зв'язок між генотипом і фенотипом» (фенотипом називають остаточне проявлення гена – його вплив на зовнішність, хворобливість, поведінку та інші зовні видимі характеристики). Вочевидь, ми перебуваємо на гребні революції в розумінні своїх

генетичних схильностей, а коли здобуваємо нову інформацію, багато людей хочуть скористатися нею в той самий спосіб, як були застосовані інші технології. Але як виглядатиме ця інформація і як ми ухвалюватимемо рішення щодо неї?

ГОЛКИ В СНОПІ XXI СТОРІЧЧЯ

Людський геном складається приблизно з 23 тисяч генів. Але навіть це число виглядає разюче малим для мене, оскільки в часи мого навчання в магістратурі та докторантурі вважалося, що їх кількість наближатиметься до 100 тисяч. Коли ж у 2000 році оприлюднили чорновий варіант розшифрування геному людини, стало зрозуміло, що ми не так складно організовані на генетичному рівні, як гадалося. Чи може, так?

Кількість наших генів (до речі, в геномі дрозофіл приблизно стільки ж генів, що й у нашому, хоч він у двадцятеро менший за наш) дала зрозуміти, що не сама тільки велика *кількість* генів породжує складну організацію людини; важливим є також *спосіб*, у який гени вмикаються і вимикаються, щоб створювати наші клітини, тканини та інші характеристики. Як говориться у прислів'ї, річ не тільки в розмірі, а в тому, як користуватися ним. Людський мозок, ясна річ, значно складніший за мозок комахи; наша відмінність від неї полягає не в наявності сили-силенної специфічних генів (ген пам'яті, ген мовлення, гени, завдяки яким ми цінуємо джаз, тощо), а, натомість, у надзвичайно складно впорядкованому використанні наявних генів для створення цих властивостей. Складність таких взаємодій генів підводить нас до важливого генетичного явища, який називають *плейотропією*.

Плейотропія – це властивість гена справляти ціле розмаїття впливів на фенотип організму, крім тих впливів, які безпосередньо випливають зі справжньої функції цього гена. Приміром, зміна однієї літери в нуклеотидній послідовності гена гемоглобіну, який кодує киснепереносний білок червоних кров'яних тілець, може викликати симптоми серпоподібноклітинної анемії, яка з частотою близько 8% трапляється в людей африканського походження. До переліку цих симптомів входять: ниркова недостатність, інсульт та порушення функціонування печінки. І все це – результат зміни одного нуклеотида, яка за певних обставин спричиняє зміну форми молекули гемоглобіну, через яку в клітинах крові формуються кристалічні структури, що роблять їх негнучкими і нездатними

доставляти кров у найдрібніші капіляри організму. Здавалося б, незначна зміна, але зі значними наслідками.

Цікаво, що та самісінька зміна також робить організм менш уразливим до зараження малярійними паразитами – майже так само, як мутації гена G6PD, про які говорилося в Частині третій. Тому, за химерною примхою еволюційної долі, носії серпоподібних клітин – тобто люди з однією мутованою копією гена, а не з двома, які потрібні для повноцінної анемії – опиняються у вигідному становищі в нетрях Центральної Африки. Цим пояснюється відносно висока частота (близько 25%) таких носіїв у тамтешньому населенні, адже тисячі років зіткнення з малярією зумовили добір цього варіанта в генофонді. Річ, що погана в одному контексті, може виявитися доброю в іншому.

Схожа справа з трисомією за 21-ю хромосомою, тобто наявністю трьох копій 21-ї хромосоми, яка спричиняє вроджений розлад, відомий яко синдром Дауна. Наскільки відомо, гени зайвої копії тотожні генам однієї з двох інших копій – це дублікат однієї з них. Поки що невідомо, чому така дуплікація викликає комплекс симптомів (низькі розумові здібності, моторні дисфункції, відхилення на обличчі), які проявляються у хворих на синдром Дауна, але вони майже напевно якось пов'язані із кількістю копій певних вузлових генів, яка позначається на способі їх функціонування. Цих генів, розташованих на так званій критичній ділянці синдрому Дауна, достатньо, щоб викликати розлад, навіть якщо вони єдині з усієї хромосоми були дубльовані, скопійовані і вставлені в за інших умов нормальну хромосому. Поки що невідомо, чому ці гени настільки тонко налаштовані, що потребують рівно двох (і ні в якому разі не трьох) копій, щоб належним чином функціонувати; зате зрозуміло, що на перший погляд дрібні генетичні зміни можуть мати великі непередбачені наслідки. В цьому випадку, очевидно, річ у зміні регулювання гена; три копії виробляють забагато закодованого в них білка, через що виникають розвиткові проблеми.

Такі розлади, як серпоподібноклітинна анемія та синдром Дауна, попри складність функціональних відмінностей, завдяки яким дрібні генетичні ушкодження проявляються в остаточному фенотипі, все-таки досить прості порівняно з більшістю хвороб, від яких потерпають люди. Великі хвороби-вбивці, про які ми дізналися в Частині третій, також містять генетичні компоненти, але замість єдиного гена або хромосомної ділянки вони пов'язані з дрібними змінами, розкиданими по всьому геному, мов дрібні голки у велетенському стогу сіна. В науковій літературі останніх двадцяти років порок сер-

ця, до прикладу, пов'язали з десятками генетичних мутацій. Деякі з гіпотез витримали перевірку, тоді як інші не були підтверджені іншими дослідниками й залишилися не доведеними. Та навіть у випадку підтверджених зв'язків відносні шанси зазвичай досить невисокі – вони підвищують ризик гіпертонії або пороку серця на 50% або близько того. Інакше кажучи, якщо особа без пов'язаного з хворобою генетичного варіанта має 10-відсотковий ризик інфаркту в певний момент життя, то особа із пов'язаною з хворобою мутацією матиме 15-відсотковий ризик. Це означає, що все-таки залишається 85-відсоткова ймовірність, що в неї не буде інфаркту, що дуже заплутує інтерпретацію генетичних наслідків.

Ще одним ускладнювальним чинником виступає середовище. Як було видно на прикладі індіанців піма, генетично дуже схожі люди можуть разюче відрізнятися за рівнем захворюваності внаслідок відмінностей їхніх способів життя. Навіть за наявності генів, які роблять людину схильною до цукрового діабету, здоровий і активний спосіб життя, харчування із низьким умістом таких висококалорійних речовин, як цукри й жири, значно знизять імовірність появи в неї хвороби. Такі впливи середовища ще більше заплутують аналіз так званих складних, або багатофакторних, хвороб на кшталт гіпертонії, цукрового діабету, інсульту та інших великих убивць розвиненого світу. Надзвичайно важко відокремити генетичні чинники від спільних довкіллєвих чинників. Припустімо, що ви – дослідник, який виявив високу частоту пороку серця в осіб скандинавського походження, які живуть у одній із частин штату Небраска. Це пов'язано зі спільними генетичними чинниками, адже, в кінцевому підсумку, всі вони походять із однієї частини Європи, чи зі спільними довкіллєвими чинниками, як-от харчуванням і способом життя? Генетичні дослідження потрібно програмувати дуже скрупульозно, щоб відокремити ці різні впливи один від одного, а потім слід провести обстеження великої кількості людей, щоб виявити статистично значущий генетичний зв'язок.

Кінцевий підсумок такий: справа не в самих тільки генах. ДНК у кінцевому підсумку впливає на ваше здоров'я, але не детермінує його. Реальна перевага генетичного аналізу, якщо його проведено на ранніх стадіях життя, полягає в тому, що він попереджає про деякі чинники ризику для вас – так само, як аналіз вашого харчування та способу життя. Озброївшись докладнішою інформацією, можна робити розумний вибір щодо свого способу життя. Маєте чинники ризику для пороку серця? Тоді вам ще важливіше регулярно займатися фізичними вправами, правильно харчуватися і ніколи не

починати курити. Високий ризик раку простати? Тоді слід почати медичні обстеження в сорокарічному віці замість рекомендованого п'ятдесятирічного. Низький ризик захворювання на цукровий діабет? Тоді, мабуть, можна вільніше за інших людей їсти солодку їжу (хоч однаково слід стежити за тим, що їсте).

Генетичний аналіз набуває дедалі більшого поширення мірою того, як медики відкривають більше генетичних чинників. Сьогодні вже чимало компаній пропонують генетичний аналіз, щоб оцінити ймовірність різних розладів. Усі ці аналізи засновуються на припущенні, що знання – це сила, і що знання дасть людині змогу внести корективи в її спосіб життя, щоб скоротити ризик розвитку конкретного захворювання. Якщо вам перевалило за шістдесят, у вас за спиною вже ціле життя звичок, які не можна просто перекреслити, тож у такому разі генетичний аналіз менш корисний, ніж для 20-річної особи. Рекомендації щодо поведінки різко змінилися за останні п'ятдесят років, бо епідеміологи відкрили різні довкіллєві чинники ризику. Куріння протягом 1950-х років заледве вважалося шкідливим для здоров'я, в 1970-ті роки засмага була одним із головних компонентів здорової зовнішності, маргарин у 1980-ті роки вихваляли яко здорову альтернативу масла, а впродовж 1990-х бажаним вважали багате на вуглеводи харчування. Всі ми ухвалювали рішення щодо свого способу життя на основі цих рекомендацій, часто сліпо дотримуючись медичних порад, які щедро роздавалися без надійного обґрунтування відповідними даними.

Весь цей час великою невідомою змінною залишалися наші генетичні ризики. Хоча історія родини часто враховувалася в медичних рекомендаціях, більшість порад спиралася на припущення, що кожен організм реагуватиме майже однаково на той самий чинник. Утім, ситуація, явно, не така: всі ми знаємо людей, які курили роками і не захворіли на рак легень, або які їдять усе, що заманеться, ніколи не товстіючи, або які роблять усе для здорового життя, але помирають молодими. Наприклад, Джим Фікс, чий «Вичерпний підручник з бігу» в 1970-ті роки популяризував пробіжки, помер у п'ятдесят два роки від гострого серцевого нападу, хоч був у надзвичайно гарній фізичній формі і пробіг десятки марафонів та інших забігів на довгу дистанцію. Його батько помер від серцевого нападу в сорок два роки, тож Джим мав генетичні варіанти, які робили його схильним до серцевого нападу, хоч би як здоровим був його спосіб життя.

Поступ у вивченні генетичних зв'язків багатьох хвороб надзвичайно пришвидшився після завершення Проекту геному людини. Коли в березні 2008 року Американська кардіологічна асоціація

скликала прес-конференцію, щоб повідомити про відкриття нових зв'язків, Марен Шойнер із аналітичного центру «RAND Corporation» зазначила, що за п'ятнадцять років до того було відомо лише сто генетичних зв'язків із хворобами (багато з яких, приміром, фіброзно-кістозна дегенерація, належали до відносно рідкісних розладів), тоді як на момент прес-конференції було відомо вже півтори тисячі – і ця кількість продовжувала зростати. Темпи відкриттів настільки високі, що працівники сфери охорони здоров'я просто не встигають за ними, тож одним із найбільших викликів на наступній стадії генетичної медицини буде підвищення кваліфікації працівників медичних установ.

Найдоречніший час для проведення генетичного аналізу, звісно, – при народженні. Так, мабуть, почнуть робити уже в наступному десятиріччі, коли дієвість такого обстеження стане очевиднішою для медичної спільноти. Можна буде обраховувати ризики на все життя і «приписувати» спосіб життя, який враховує ваші генетичні чинники ризику. Втім, за допомогою ПГД можливо буде проводити генетичний аналіз до зачаття на восьмиклітинній стадії розвитку ембріона. Відомо, що багато хвороб зазнають впливу середовища в матці, тож таке знання дозволить матерям коригувати свою вагітність у такий спосіб, щоб її умови відповідали генетичній будові її дитини. Скажімо, Елен Рапел Шел у книжці «Голодний ген» вивчає голландських дітей, народжених під час «голодної зими». Ці діти народилися в матерів, які були вагітними під час зими 1944–1945 років, коли населення Голландії потерпало від спричиненого війною голоду. Ті з них, у чиїх матерів перші два триместри вагітності припали на період голоду, мали на 80% вищі шанси ожиріти в дорослому віці і демонстрували вищі показники захворюваності на цукровий діабет та інші хронічні розлади. Нині науковці розуміють, що середовище плоду може впливати на те, як гени експресуються, тому знання ризиків до вагітності може допомогти жінці підлаштувати середовище в матці до генетичної спадщини дитини.

Існує, проте, ще одна можливість, яку зобразили в науково-популярному фільмі 1997 року «Ґатака». В цій кінострічці більшість дітей створюється шляхом ЕКЗ, а генетичне обстеження дає змогу батькам обирати найбільш бажані гени. Хоча такий сценарій може виглядати футуристично, історія з Вітакерами показала, що він не тільки можливий, а вже реалізується. Мішель і Джейсон проаналізували тільки гени, які визначали успіх трансплантації стовбурових клітин в організм Чарлі, але ж можливо проаналізувати будь-які генетичні варіанти, що можуть сприяти тій чи тій хворобі. Для чого

обтяжувати свою дитину тягарем генетичної схильності до хвороби Альцгаймера, якщо можна просто-напросто вибрати ті ембріони, які не містять хвороботворних варіантів на гені АроЕ (аполіпопротеїну Е)?

Хоча хтось може заперечувати проти генетичного добору на етичних підставах, ми вже дозволяємо в запобіжних цілях проводити багато інших пренатальних діагностик. Така мета переслідується при взятті проб навколоплідних вод та хоріальних ворсин матерів, яким за тридцять п'ять років. Якщо на плоді діагностується розлад на кшталт синдрому Дауна, вагітність можна перервати, а пара може спробувати ще раз. Понад 90% пар, які стикаються із таким діагнозом, обирають цей варіант дій. Завдяки застосуванню ПГД таких інвазивних процедур та емоційно тяжких рішень можна взагалі уникнути. Судова справа 2001 року в Франції, коли дитина, народжена із синдромом Дауна, подала успішний позов на лікаря своєї матері за те, що він допустив її народження із таким розладом, навіть допускає, що генетичний аналіз згодом може стати обов'язковим – якщо не юридично, то принаймні фактично в цілях запобігання збитковим судовим процесам.

З огляду на зростання вартості медичного обслуговування в США на 11% щорічно (і принаймні на половину цього числа в більшості інших розвинених країн світу), що далеко випереджає темпи інфляції, у майбутньому компанії медичного страхування, цілком можливо, вимагатимуть проведення генетичного аналізу, якщо ви хотітимете застрахувати свою дитину. Внаслідок зростання вартості медичного страхування деякі американські працедавці, як-от мічиганська медична страхова компанія «Weyco», почали звільняти своїх працівників за шкідливі звички, скажімо, куріння. Чи колись стане свідоме нехтування успадкованими генетичними ризиками підставою для звільнення? Навіть у країнах із всезагальним медичним обслуговуванням існують потужні стимули запобігати хворобі, а не лікувати її, а найдієвішою формою запобігання є повне усунення генетичних ризиків із життя.

Хоча суспільство може впровадити законодавчі акти на захист прав людей із генетичними розладами, як-от «Закон про недискримінацію на підставі генетичної інформації», який американський уряд затвердив у 2008 році, гадаю, що врешті-решт наростатиме соціальний тиск за проведення генетичних аналізів та використання їх результатів. Такий тиск – і, звісно, бажання народити здорову дитину – спонукають більшість вагітних жінок розвиненого світу у віці понад тридцять п'ять років проводити аналіз свого плоду на

хромосомні відхилення; майже всі проходять ультразвукове обстеження та інші аналізи. Чи в майбутньому обиратиме значна частина жінок ПГД, щоб гарантувати народження нормальної дитини? Такий сценарій виглядає правдоподібно, як підказує нещодавнє опитування, проведене в США: 52% респондентів заявили, що вони би скористалися пренатальним генетичним аналізом для виявлення вразливості до пороку серця, а 10 і 13% прихильно поставилися до аналізу генів, пов'язаних зі зростом та інтелектом відповідно. У Китаї започатковано проект, який має на меті виявити обдарованих дітей і сприяти їхньому подальшому розвитку на основі даних генетичного аналізу. Ось як прокоментував проект його директор: «У сучасному світі точиться конкуренція за найталановитіших. Ми можемо запропонувати китайським дітям ефективний науковий план починаючи з раннього віку». А каліфорнійська клініка «Fertility Institutes» проголосила на початку 2009 року, що пропонуватиме ПГД навіть для таких рис зовнішності, як колір волосся та очей. Генетичне майбутнє настало.

Для тих читачів, які уважно стежили за ходом моєї думки, яка зводиться до того, що наша біологія розходиться з нашою культурою, тепер зрозуміло, що добирання генетичних рис наших дітей може завести нас ще далі в тому самому напрямку, в якому ми прямуємо останні 10 тисяч років, але ще швидше. Як стверджував батько євгеніки Френсис Ґелтон у столітньої давнини цитаті, з якої розпочинається ця частина, ми просто-напросто робимо те, що природа (або культура) робила багато-багато років. Володіючи знанням з генетики, ми зможемо дібрати в собі властивості, які поліпшать нашу адаптованість до культури, яку ми створюємо. Якщо лактазостійкому варіанту, що його проаналізував Джонатан Причард, знадобилися тисячі років, щоб досягти своєї нинішньої високої частоти в людських популяціях, які споживають молоко, теоретично ми можемо домогтися того самого результату за кілька поколінь – ба навіть за одне покоління, якщо вжити заходи в світових масштабах – завдяки новим методам генетичної діагностики. Хоча рішення такого роду виглядають глибоко особистою справою, яку мотивує батьківська любов і бажання мати здорову дитину, фактично ж вони мають значно ширший ефект. Це пов'язано з тим, що, обираючи певні риси, ми впливаємо не тільки на свою дитину, а на всіх її нащадків. Обирання генів для наших дітей може так само, як транспоколінна сила ранньої агрокультури неоліту, привести в рух сили, які розгортатимуть свій вплив упродовж подальших тисяч років. По суті, ми станемо суб'єктами добору майбутніх поколінь. Хай така заява

звучить надмірно, але вона правдива; якщо генетичні варіанти усуваються з популяції через природний або штучний добір, лише додаткові мутації можуть наново впровадити їх. А отже постає питання: куди це може привести нас?

ОБЕРЕЖНО З БАЖАННЯМИ

Великий джазовий саксофоніст Чарлі Паркер жив у золоту добу історії музики, яку в народі називали «епохою бібопа» і яка тривала з 1945 по 1960 рік. Паркер зі своїми колегами створив нову революційну форму музики, якій були притаманні затяжні імпровізовані фрагменти посеред заздалегідь написаної музичної композиції. Великі джазисти того часу виділялися вмілими імпровізаціями, зокрема це стосується Майлза Дейвіса, Телоніуса Монка і Джона Колтрейна. Паркер, як і багато його колег-джазменів, пишалися своїм життям у стилі «секс, наркотики і рок-н-рол», як його описували в 1970-ті роки. Проте він, мабуть, довів такий спосіб життя до краю. Згідно зі статтею психолога Джефрі Вілза, опублікованою 2003 року в науковому журналі «British Journal of Psychiatry», він «поглинав неймовірні обсяги їжі, бавився героїном у дедалі більших кількостях, уславився питтям 16 подвійних віскі за дві години та перелюбством із сотнями жінок». Інший великий джазмен того часу Арт Пепер відверто заявив про свої апетити: «Я завжди пишався більшою витривалістю за інших: змогою довше триматися на ногах, найбільше випити, проковтнути найбільше пілюль, найбільше вистріляти тощо».

Ці хлопці не становлять винятку. Якщо вірити Вілзу, переважна більшість великих джазових музикантів того часу потрапили в лещата наркотичної залежності, алкогольного чаду, шизофренії, маніакально-депресивного психозу чи тієї або тієї серйозної психічної недуги. Згідно з Вілзом найпоширенішим чинником цієї проблеми була дисінгібіція – брак виправного поведінкового механізму, який змушує більшість людей обмежуватися діями, які загалом вважаються здоровими і соціально прийнятними. В такому світлі мало здивує той факт, що нещодавнє дослідження Чарлза Лімба з Університету Джонза Гопкінза й Алена Брауна з Національного інституту здоров'я, в якому для спостереження за діяльністю активного мозку було застосовано магнітно-резонансну томографію, показало, що в здібних до імпровізації джазменів вимкнена частина мозку, яка відповідає за інгібіцію. Мабуть, саме здатність вимкнути цю частину мозку дала змогу великим джазменам досягти вершин

майстерності в цьому компоненті. Поширившись на інші сфери їхнього життя, ця характеристика призвела до надужиття наркотиками та сексуальної розпусти.

Аналогічну схильність до алкоголізму та інших психічних розладів демонстрували багато великих художників і письменників. Маніакально-депресивний психоз навіть були пов'язували з високим польотом творчості, про що докладно написав Арнольд Людвіґ у книжці «Ціна величі». Загалом між психічними хворобами й креативністю спостерігається кореляція, яка виходить за рамки простої випадковості. Або щось у творчому акті робить людину схильною до такого роду проблем, або ж, вірогідніше, наявність таких проблем дає поштовх яскравішій творчості. Можливо, як і в ситуації серпоподібноклітинної анемії, де один генетичний варіант може бути поганим в одному контексті, але добрим у іншому, генетичні варіанти, які визначають схильність особи до психічних розладів, можуть також заохочувати нестандартне мислення, яке веде до великих звершень на мистецькій ниві.

Психолог Дейвід Горобін у книжці «Божевілля Адама та Єви» по суті стверджує, що гени шизофренії ідентичні генам, які викликають креативність. Хоч цю теорію не всі приймають, Горобін навів на її підтримку переконливий аргумент дивовижно рівномірної частоти захворювання на шизофренію в світі. Близько 1% людей, незалежно від етнічного або географічного походження, хворі на неї, тоді як більшість інших людських хвороб відрізняються за частотою у різних популяціях. Він припускає, що цей факт пов'язаний із тим, що шизофренія є наслідком наявності завеликої кількості копій «генів креативності», які в менших кількостях корисні і добиралися в людських популяціях за їх вигідні наслідки. Інакше кажучи, якщо у вас 1–2 копії генетичних варіантів, що задають схильність до шизофренії, ви також маєте хист стати великим композитором або математиком (або, якщо звернутися до життєвого контексту наших палеолітичних предків, то вміти виготовляти нові знаряддя і краще відчувати, де можна знайти їжу); але наявність 3–4 копій може кинути вас у обійми шизофренії. Звісно, ця теорія дуже умоглядна, але вона пояснює як зв'язок між психічними хворобами та творчим процесом, так і рівномірність поширення шизофренії в усіх людських популяціях. Д-р Навратил із Будинку художників безумовно погодився би з Горобіним.

Але що може статися в майбутньому, якщо в процесі добору такі варіанти систематично оминатимуться? Адже більшість батьків не хотітиме, щоб їхню дитину спіткала руйнівна хвороба на кшталт

маніакально-депресивного психозу або шизофренії. Тим самим вони здійснюватимуть добір проти креативності. Хоча стовідсоткова відповідність між генетичною схильністю та кінцевим результатом була би надмірним спрощенням комплексності людської поведінки та психіатричних розладів, вельми ймовірно, що екстремальна креативність принаймні почасти має генетичну основу. Вочевидь, креативність – це лезо ножа, на якому ми балансуємо між хворобою і видатними звершеннями, а багато творчих людей чергують те й те. Намагаючись уникнути першого варіанта, чи не закриваємо ми собі доступ до останнього? Адже, в кінцевому підсумку, креативність пов'язана з умінням уявити речі, які не існують, а потім зробити їх реальними. Шизофренія значною мірою характеризується такою ж буйною уявою – буйною настільки, що стає згубною для особистості.

Психіка – не єдина царина, на яку ми матимемо змогу впливати. Якщо пригадати гіпотезу про «бережливі генотипи» Джеймса Ніла, хіба ми не зможемо добирати варіанти генів, які захищають від цукрового діабету і, в такий спосіб, виростити оранжерейні варіанти самих себе – стрункіх, калорієвитратних індивідів, чий метаболізм ідеально підходитиме до надмірного споживання калорій і низького рівня фізичної активності, притаманної сучасному індустріальному суспільству? Якщо так, то чи не позбавимо ми себе здатності справлятися з будь-якими потенційними катастрофами, що можуть спіткати нас у далекому майбутньому? З огляду на тяжіння наших джерел харчування до посилення монокультури генетично модифікованих сортів і порід, що станеться в разі повторення через кілька сторіч чогось на кшталт ірландського картопляного голоду? Чи подякують нам у такому разі далекі нащадки за те, що ми підігнали їх під ідеальну для XXI століття біологічну конституцію, через яку їм доведеться голодувати в часи дефіциту ресурсів?

В реальній небезпеці таких рішень можна буде переконатися, ясна річ, через багато поколінь. За кілька наступних сотень років світ може змінитися настільки докорінно, що такий самодобір може втратити значення. Можливо, голод справді стане далеким спомином, а комп'ютери досягнуть вищих вершин креативності, ніж людина. Зате інша можливість, що може проявитися в генетичних змінах за нашого життя, в пробному режимі застосовується щодо людей, народжених з термінальними хворобами. Йдеться про можливість прямої генетичної модифікації, мета якої – усунути серйозні хвороби не шляхом добору генетичних варіантів для наступного покоління, а заміщенням поганих генів нормальними в

живій людині. Терапія такого роду та її потенційні наслідки порушують багато питань.

ВІРУСИ, МУРАХИ Й ОГИДА

Вільям Френч Андерсон, котрий давав наукові консультації під час зйомок фільму «Ґатака», здобув світову славу в 1990 році, ставши першим лікарем, який вилікував генетичну хворобу за допомогою генної терапії. Його пацієнтка – чотирирічна дівчинка з Клівленда (штат Огайо) на ім'я Ашанті ДеСилва – мала рідкісний розлад, відомий яко гострий комбінований імунодефіцит, котрий нагадує спадкову форму СНІДу тим, що в хворого відсутня функціональна імунна система. У випадку Ашанті розлад викликали патологічні мутації на обох її копіях гена аденозиндезамінази (АДА) – ферменту, що має критичне значення для імунної системи. Спершу Андерсон уставив нормальну копію гена в ретровірус, яким потім заразив зразок її лейкоцитів. Потім ці модифіковані лейкоцити були перелиті в організм Ашанті з метою введення функціонального гена в її геном та подолання генетичного дефіциту шляхом надмірного вироблення функціональної копії цього вузлового гена. Її стан стрімко поліпшився, і дівчинка жива станом на 2009 рік, але точаться запеклі дискусії щодо причини успіху: нею була генна терапія чи супровідне лікування у вигляді додаткових ін'єкцій АДА, – а колегія з етичних питань відмовилася схвалити самостійне застосування генної терапії.

Успіх лікування Ашанті викликав лавину запитів на проведення додаткових випробувань генної терапії. На кінець 1990-х років близько трьох тисяч людей з усього світу скористалися лікуванням на основі цього методу, проте, на жаль, більшості не пощастило так, як Ашанті. Коли 1999 року від гіперреакції імунної системи на аденовірус, який мав перенести терапевтичний ген у клітини, помер вісімнадцятирічний Джес Ґелзинґер, відбулося не тільки припинення розробок на цій ниві при Пенсильванському університеті, а й постало питання про безпеку генної терапії взагалі. Якщо ризики настільки високі, то чи варто погоджуватися на терапію, яка дає мінімальну надію на успіх?

Невизначеність результату генної терапії пропонує ще один приклад плейотропії. В цьому випадку те, що мало спрацювати в теорії або в лабораторії (хоча дві мавпи, на яких застосували методику лікування Джеса, померли від схожих ускладнень), просто-напросто

не спрацювало на людях. Багаторівневість взаємодії компонентів генної терапії із людською фізіологією надзвичайно ускладнює прогнозування фактичних результатів. Ми дедалі чіткіше усвідомлюємо, що забавляння з природою може породжувати непередбачені наслідки, навіть якщо процедури було добре сплановано й обґрунтовано.

Ще один недавній приклад із іншої царини був описаний на сторінках журналу «Science» в 2008 році. Дослідники випробовували різні методи збереження дерев акації на експериментальних ділянках у Кенії. Половину ділянок оточили огорожами, які не пропускали травоїдів на кшталт слонів і жирафів, а інші лишили без огорож. Припускалося, що якщо травоїдів принаймні тимчасово не допускати, акації, які опинилися під загрозою зникнення через надмірне об'їдання тваринами, матимуть шанс уціліти. На жаль, сталося прямо протилежне: захищені від травоїдів дерева ослабли і гинули частіше за ті, що лишалися відкритими для спустошень мандрівними листоїдами. Швидше за все, в дерев ослабла захисна система, яка складалася з дрібних мурах, що жили в порожнистих колючках і годувалися нектаром рослини. Коли в мурахах відпадала потреба, а рослина, отже, скорочувала виробництво нектару, вони покидали її. Замість них приходив інший вид мурах, які дозволяли комахам, зокрема шкідливому короїду, руйнувати дерево. Цей простий приклад ілюструє заплутану й непередбачувану павутину взаємозв'язків між живими організмами у відносно добре вивченій екосистемі та загрози, якими супроводжуються спроби модифікувати один компонент без урахування їх наслідків для інших.

Ще менше нам відомо про хитросплетіння людської біології, хоча ми пізнаємо її неймовірно швидкими темпами. Проте найбільша прогалина в наших знаннях про самих себе стосується трансляції геному в живу систему. Як гени вмикаються і вимикаються на правильному рівні, щоб виробляти біохімічну суміш у наших клітинах, звідки ці клітини знають, як співпрацювати, формуючи тканини, і як тканини саморегулюються, створюючи життєздатний організм? До цього долучається питання свідомості, яку ще досі не осягнуто. Загалом система настільки неймовірно складна, що просто мозок закипає від думки, як у неї виходить злагоджено працювати. Відповідь полягає в тому, що мільярди років еволюції оптимізовували функції всіх цих компонентів, доки вони не досягли гармонійного поєднання впродовж більшої частини часу існування організму за винятком тих рідкісних випадків, коли з позірно банальних змін постають гострі хвороби.

Вся ця комплексність спонукала багатьох людей до сумнівів у кінцевій практичності генетичної модифікації людини. Хоча теоретично за допомогою цих методів можна досягти багатьох результатів, для більшості людей ризики сильно переважать вигоди від втручання. Біоетик Леон Кас запропонував поняття «мудрість огиди», яким позначається підсвідоме чуття на правильне й неправильне в питаннях біологічної модифікації. Хоча Кас попервах застосував це поняття в дискусії про клонування людини, його можна перенести й на інші генетичні модифікації. «Мудрість огиди» критикували багато представників наукової спільноти яко лудистську реакцію, адже багато різноманітних речей, які колись викликали огиду, – розлучення, аборти, одностатеві пари, тепер стали нормальною частиною повсякдення. Проте як стримувальний засіб від розгнузданого застосування всіляких нових наукових відкриттів ідея Каса може бути плідним початковим пробним каменем. У кінцевому ж підсумку рішення про застосування цих методів має ухвалюватися в ході загальносуспільних обговорень, а не віддаватися на розсуд медиків та їхніх пацієнтів, яких підбурюють фармацевтичні компанії. Суспільству, своєю чергою, потрібне краще знання про ризики й переваги нових технологій. У світі, де навіть медики можуть заявляти щось на кшталт: «Чарлі Вітакеру лишається просто змиритися зі своєю долею», – де менше половини дорослих американців розуміють, що таке ДНК, і менше половини визнають теорію еволюції, перед науковцями, безумовно, відкривається незоране поле роботи з роз'яснення наукових понять ширшій аудиторії.

Загалом, дискусія має вестися не про те, що ми *можемо* зробити, а про те, що нам *слід* робити. Дедалі швидше прямуючи в майбутнє, яке має мало спільного з нашим зародженням яко біологічного виду, ми повинні подбати про збереження того, що важливе, щоб бути людиною. Можливо, найпростішим розв'язком проблем у XXI сторіччі буде просто «випити таблетку» – зокрема таку, що змінює вашу ДНК, – проте слід постійно намагатися пам'ятати про можливі довгочасні наслідки. Безперечно, ми достатньо кмітливі, щоб створити велику кількість нових засобів, зокрема медичних утручань, та чи достатньо в нас мудрості скористатися ними належним чином? У модифікації генів наступного покоління або й наших власних криється неминуча небезпека, оскільки ми досі достатньо не розуміємо взаємозв'язків і ризиків. Короткострокове мислення може повести нас шляхом, який на початку пропонуватиме золоті гори, але підкине ложку дьогтю за кілька сотень років.

Якщо генетичні можливості, розглянуті в цій частині, виглядають досить футуристично, і нам знадобиться багато поколінь, щоб оцінити їх остаточний вплив, інший аналогічний сценарій уже розігрується за межами біології. Рішення, ухвалені майже двісті років тому щодо джерел палива і підживлені нашим ростучим апетитом на енергію, призвели до безпрецедентного впливу на природу. Озброєні бажанням новизни й руху, люди скористалися викопним паливом, щоб поїхати далі. А нині це саме паливо робить нам ведмежу послугу у вигляді антропогенних змін клімату, аналогів яким не було за сучасну геологічну епоху. Як і зледеніння, що повернулося на світанку пізнього дріасу і викликало зміни в поведінці людей, сучасна кліматична зміна, можливо, вже штовхає нас у напрямку, який поставить під сумнів наше знання про людське суспільство та навколишній світ. Яко приклад некритичного прийняття нової технології наступна розповідь слугуватиме пересторогою від безоглядного застосування могутніх технологій на кшталт генної інженерії. Тож наша наступна зупинка – південна Океанія та передова лінія боротьби з глобальним потеплінням.

ЧАСТИНА ШОСТА

Підігріта суперечка

Виживає не найсильніший у виді, і не найрозумніший, а найбільш адаптивний до змін.

Приписується Чарлзу Дарвіну

ФУНАФУТІ, ТУВАЛУ

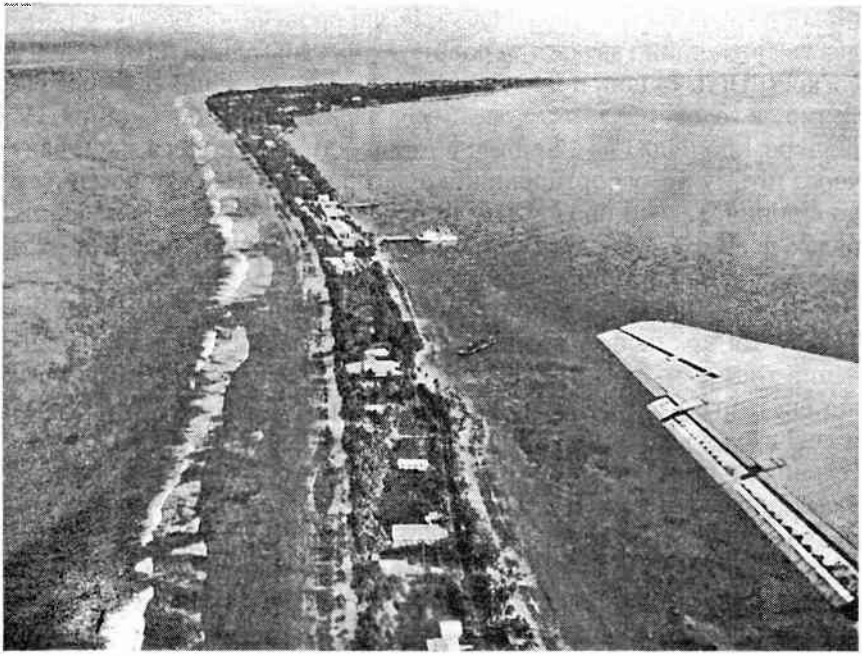
В літаку стояла оглушлива тиша, яка психологічно відсовувала на задній план гул здвоєних пропелерів. Я вкрився кіркою від висохлого поту, виснажившись від полуденного стояння на бетонному майданчику під палючим сонцем в очікуванні, коли пілоти заведуть двигуни на п'ятдесятирічному літаку «Convair». Оскільки інженера на острові немає, їм доводилося через супутниковий телефон зв'язуватися з Новою Зеландією, щоб отримати покрокові інструкції, як відремонтувати літак. Провозившись кілька годин (протягом яких ми бродили від аеропорту до бару в єдиному готелі країни), пілоти востаннє спробували завести правий двигун перед тим, як сяде батарея. Цього разу в них вийшло, і всі полегшено зітхнули в унісон. Ми знову зійшли на борт, коли до смеркання лишалося менше години, радіючи, що злетимо до настання пітьми, адже на злітній смузі не було освітлення. Настання ночі затримало би нас на землі до ранку. Кожен на кілька хвилин занепокоївся, чи встигнемо ми за дві з половиною години повернутися на Фіджі, перелетівши велетенський простір відкритого океану, на якому не буде посадкових смуг на випадок надзвичайної ситуації, а потім усі повмощувалися зручно для перельоту.

Заціпеніння викликав не страх за безпеку літака, а острах трупа жінки, загорнутого в ковдри і закріпленого на одному з передніх місць. Десь через півгодини після вильоту з атолу Фунафуті – головного острова держави Тувалу – вона як підкошена впала з сидіння на

підлогу. Група австралійських лікарів, які провели на Тувалу останні два тижні, негайно взялася за роботу, майже півгодини намагаючись воскресити її. Та попри їхні відчайдушні зусилля, жінка померла від тромбу в голові ще до того, як її ослабле тіло випало з сидіння. На півдорозі до Фіджі вже не було можливості повертатися на Тувалу через пітьму, тому бортпровідники загорнули її тіло і пристебнули до сидіння. Так ми продовжували переліт. Усі, хто сидів у передніх рядах, добре бачили цю трагедію і швидко переповіли новину решті пасажирів: на борту померла жінка.

Ці події ще більше протверезили мене після десяти днів на Тувалу. Ця дрібненька країна з дев'яти коралових островів, відділених тисячею кілометрів від Фіджі і вісьмома градусами широти від екватора, здобула незалежність від Британії в 1978 році (хоча й досі входить до складу Співдружності). Її дванадцятитисячне населення добуває засоби до прожиття з одного з найгірших ґрунтів у світі, додаючи до цього щедрі відрахування від користувачів випадково вдалого Інтернет-домену:.tv. Тувалу заселили полінезійські мореплавці близько 3 тисяч років тому, а його населення традиційно займалося ямним вирощуванням таро: в кораловій породі атолу видовбуються ямки і наповнюються органічним матеріалом (свинячий гній, сміття, пальмове гілля та інші рештки), потім у такому «ґрунті» вирощується крохмалиста бульба, яка ще донедавна забезпечувала більшу частину калорій, споживаних полінезійцями. Рифи, звісно, рясніють морським життям і завжди давали розкішний вилов риби. Я мав змогу на власні очі переконатися в цьому, присвятивши один вечір підводному полюванню із одним тувалуанцем біля його родинного *моту* – дрібного піщаного острівця, відокремленого лагуною від столиці – м. Фунафуті. Все інше в житті тувалуанців дефіцитне і добуте тяжкою працею, а надто прісна вода. Тувалу – це справді країна, яка живе на краю.

Я завітав на Тувалу, щоб на власні очі побачити, наскільки близько ця країна до краю. Це одна з найнижчих країн світу – на ній немає жодної точки, вищої за 4,5 метра над рівнем моря, а більша частина островів лише на метр піднімається над морем. У зв'язку з цим на кінець нинішнього сторіччя більшу частину країни, згідно з прогнозами, поглинуть води Тихого океану в результаті підняття рівня моря, пов'язаного з планетарним потеплінням. Задовго до того штормові хвилі та високі припливи своєю солоною водою поступово й невблаганно знищать стародавні ямки для вирощування таро і зроблять непитними джерела прісної води. Кінець кінцем, агрокультура стане неможливою, і тувалуанцям доведеться імпор-



Малюнок 27. Атол Фунафуті (Тувалу)

тувати все своє харчування, за винятком хіба що риби. На той час тувалуанський триб життя, нерозривно пов'язаний із морем, буде знищений самим цим морем.

Тувалу – не єдина країна, на яку чекає такий виклик. Кожен читач цієї книжки безперечно знає, що клімат Землі змінюється. Незалежно від того, бачили ви впливовий фільм Альберта Ґора «Незручна правда» (2006) чи довгий час вивчали дозволи на викиди вуглецю та альтернативні джерела енергії, вам відомо, що зміна клімату – одна з найпекучіших і найшумніших дилем світу в XXI столітті. Масштаби цих змін стануть зрозумілими пізніше, але оцінки глобального потепління до 2100 року сягають 5,5 °С. Паралельно зі зміною клімату розтопиться більша частина полярних льодових шапок, які існували мільйони років, унаслідок чого рівень моря підніметься від 1 до 2 метрів, чого цілком достатньо, щоб приректи Тувалу на зникнення. Світовий рівень моря піднявся впродовж XX століття приблизно на 20 см – здебільшого в другій половині століття, коли пришвидшилося глобальне потепління.

Тувалу, на відміну від інших низовинних регіонів, яким загрожує затоплення, всерйоз узялося за проблему. В 2002 році, передчуваю-

чи неминучу втрату батьківщини за менш ніж століття, політичні лідери Тувалу подали позов на Сполучені Штати й Австралію до Міжнародного суду за те, що ці країни не ратифікували Кіотський протокол щодо зміни клімату. Вони також започаткували розробку планів масової евакуації всіх своїх громадян до Нової Зеландії та вільноасоційованого з нею острова Ніуе. Саме так – евакуація всього населення країни. Деталі ще в процесі розробки, але це безпрецедентний план у світовій історії.

«Кліматичні біженці» – цей термін стане відомішим у XXI сторіччі мірою того, як наша планета переживатиме період радикальної зміни клімату, рівних якій не було з часу останнього зледеніння. Як і в ті стародавні часи, що потягли за собою епоху нововведень, новий кліматичний зсув віщує нам круті перевороти в способі життя, які сьогодні годі й уявити – серед яких навіть евакуація цілих країн.

КРОВОТОЧИВА РАНА КІОТСЬКОГО ПРОТОКОЛУ

Переліт на Тувалу був менш багатим на події, хоча буря на півшляху змусила мене засумніватися в доречності цієї подорожі. На Тувалу за рік прибуває лише з кількадесят туристів, тому більшість пасажирів на борту становили працівники міжнародних допомогових організацій або тувалуанці, які поверталися зі столиці Фіджі Суви, де займалися закупами та справами. Коли літак почав зниження над водами Тихого океану, я з нетерпінням виглянув у ілюмінатор, в надії побачити з висоти землю, на яку ми мали приземлитися. Мабуть, мій подив занадто помітно виразився на обличчі, бо тувалуанець, який сидів по інший бік проходу, сказав мені не хвилюватися – ми не сідатимемо на водну поверхню, заспокоїв він і почав знову перешіптуватися зі своєю дівчиною. Знаючи долю, яка чекає на Тувалу, я з полегшенням дізнався, що вона ще не спіткала його.

Коли я зійшов на бетон злітної смуги, в обличчя вдарила хвиля паркого тропічного повітря, нагадавши про близькість екватора. В Суві стояла прохолодна й дощова погода, коли ми її покидали, а тут на Фунафуті – найбільшому й найнаселенішому з восьми населених атолів Тувалу – було сонячно й спекотно. Згинаючись від тягаря рюкзака під палючим сонцем, я негайно вкрився потом. «Глобальне потепління», – відразу подумалося, і я попрямував до паспортного контролю в дерев'яному будиночку на краю злітної смуги.

Довкола зібралося близько 150 осіб, які чекали на родичів або зустрічали тих кількох чужоземців, які прибули для участі в про-

грамах розвитку. Багато хто стояв обабіч злітної смуги, з якої їх перед нашим прибуттям зігнала машина із сиреною. Австралійський працівник юридичної допомоги Стив, який мешкав на Фунафуті, пояснив, що злітна смуга була фактичним центром громадського життя острова: тут можна було грати в ігри, спілкуватися, займатися вправами і просто двічі на тиждень спостерігати за прибуттям літаків із Суви, – все це діялося тут або поруч.

Летовище на Фунафуті збудували американці під час Другої світової війни. Тувалу їм правило за базу для бомбардувальних нальотів на окуповане японцями Кірибаті напередодні Битви за Тараву, тому злітну смугу зробили більш ніж достатньою за довжиною для приземлення велетенських бомбардувальників B-17, прозваних «летюча фортеця», а отже, достатньою і для приземлення турбогвинтових пасажирських літаків, якщо Тувалу коли-небудь з'явиться на звичних туристичних картах.

Тувалу, безперечно, заслуговує на появу на таких картах, – подумав я, долаючи сто метрів до готелю «Vaiaku Lagi». Похилі пальми, сонце, чарівна (але, на жаль, дедалі забрудненіша) зеленаво-блакитна лагуна та доброзичливе населення притягували би сюди гостей – це місце, де здається, що життя на десятиліття відстало від XXI сторіччя, хай навіть у готелі недавно з'явилося супутникове телебачення, а тувалуанці завдячували більшій частині свого зовнішньоекономічного обороту Інтернет-домену. Я передчував чудовий тиждень на острові.

Зареєструвавшись у готелі, я спустився до бару, щоб поспостерігати за заходом сонця, виявивши, що бар був головним осередком життя чужинців на Тувалу. За кухлем фіджійського пива розговорився з німцем на ім'я Вулф та його фіджійською дівчиною про причини їхнього прибуття на Тувалу. Він працював у проекті геопросторового картографування, створюючи високороздільну карту островів, щоб уряд міг точно знати, де початок і кінець його території. Проте вони вже давно на Тувалу і збираються повертатися до «великих димів» Суви, де дівчина матиме змогу веселитися, як їй до вподоби. Також я зустрівся з австралійською медсестрою, котра прибула з групою лікарів, з якою я летітиму назад у Суву. Лікарі на громадських засадах два тижні проводили високозатребувані операції з видалення катаракти людям, які провели життя під палючим тропічним сонцем. Вона розповіла, що лікарню та сусідню опріснювальну установку збудував японський уряд в обмін на китобійні права в територіальних водах Тувалу. Не будучи прибічником китобійного промислу, я все-таки віддав належне тувалуанцям за винахідливість у залученні

чужоземної допомоги. Попри найсучасніше оснащення лікарні, пояснила вона, в ній бракувало кваліфікованого персоналу та медикаментів, тому тувалуанці досі потерпали від низької якості охорони здоров'я. Через це сюди й прибула група лікарів із медсестрою.

Жиєн і Крис з'явилися в барі через годину після мого приходу. Це були кінорежисери, які прибули на Тувалу за кілька років до того, щоб зняти документальний фільм про його екологічне становище (фільм вийшов під назвою «Зникнення Тувалу: Лихо в раю» і дав дуже точну картину ситуації, в якій опинилася країна). Ми замовили вечерю в ресторані, й вони взялися розповідати мені про проект, який започатковують на острові: екологічно стійку електростанцію на відходах свинарства. Річ у тім, пояснили вони, що тувалуанців звабили ті самі речі, що й нас на Заході: автомобілі й генератори, – які тепер стали чільними факторами глобальної вуглецевої проблеми. Тому тувалуанцям стало важко доводити іншим країнам, що ті накликають на Тувалу екологічне спустошення. Проте, будучи маленькою острівною країною, тувалуанці мають можливість обрати більш екологічно прийнятний шлях у XXI століття. Мене захопила ця ідея, а Жиєн і Крис пообіцяли звозити на сусідній острів, де будувалася перша установка.

Поспілкувавшись ще кілька годин за вечерею на тлі неймовірно чарівного заходу сонця, я повернувся в кімнату стомлений, але сповнений гарних передчуттів на наступний тиждень, який проведу на острові. Закинутість острова почасти пом'якшувалася інтернаціональним складом людей, з якими я спілкувався: німці, французи, американці, австралійці та фіджійці, – і всіх їх привів на Тувалу намір допомогти або розповісти про цю країну. Це розмаїття нагадало мені, наскільки взаємопов'язаним став сучасний світ, і дало надію, що Тувалу таки має шанс на виживання.

Протягом наступних кількох днів я спілкувався з декількома іншими працівниками допомогових організацій (за час мого перебування на острові не було жодного туриста), урядовими чиновниками та багатьма місцевими тувалуанцями. Семесе Алефайо керував Тувалуанською асоціацією неурядових організацій, а раніше працював у Фунафутському заповіднику, заснованому Тувалу в 1996 році «для блага громади та майбутніх поколінь». Він намагався створити неурядову організацію, що присвятила би себе відродженню звичаїв предків на кшталт збирання дощової води з пальмового листя та збирання кокосового глею для першого годування дитини твердою їжею у віці 6–8 місяців. Тувалуанець Джеф, який жив у Сингапурі, повернувся на батьківщину, щоб висунути свою кандидатуру на

парламентських виборах. Програвши, він тепер планував повернутися в Сінґапур, але готовий був залишитися у разі перемоги. Загалом у мене почало складатися враження, що чимало людей не зневірилися у майбутньому Тувалу.

Свого останнього ранку в Тувалу я зустрівся з Енате Еві, директором тувалуанського Департаменту захисту довкілля. Він розповів мені про різкі переміни в тувалуанській економіці за попереднє десятиріччя, коли населення перейшло від натурального до товарного господарства й почало імпортувати продукти харчування. Завезення харчів потягло за собою величезне зростання кількості сміття від тари, яке на цей час гниє в одному з кінців острова. Тому він розповів про плани утилізації алюмінієвих бляшанок та інших речей. Ми згадали також про припливні хвилі, які засолюють ямки для вирощування таро й роблять їх непридатними для обробітку, а також про посухи, які стають дедалі частішими, а надто на північних островах. Ці чинники викликали зростання хвилі мігрантів із віддалених островів на Фунафуті. Примарні надії знайти роботу і зростання кількості населення спонукають деяких молодих уродженців Фунафуті, які мають певну кваліфікацію і готові повністю змінити своє життя, покидати країну, але досі не було офіційних широкомасштабних спроб переселити тувалуанське населення в іншу країну. Еві розповів про своє бажання повернутися до відновлюваних джерел енергії (сонячна енергія раніше була поширенішою, але поступилася легшому в використанні і дешевшому генератору) та високо оцінив діяльність Криса й Жиєн. Також він повідомив, що вони відмовилися від нашумілого судового позову проти Сполучених Штатів і Австралії через його високу вартість та безнадійність. Натомість, на його думку, єдиний шлях уперед для Тувалу – це партнерство з більшими країнами, передусім із Європейського Союзу та, можливо, Сполученими Штатами.

Загалом я повертався з Тувалу, насичений враженнями від людей у дії, які намагаються дати раду своїй дедалі скрутнішій ситуації, думаючи на кілька поколінь уперед, обмірковуючи довгостроковіші цілі, відновлювані джерела й транснаціональну співпрацю. З таким баченням майбутнього погоджуються багато людей із розвиненого світу, а на мою думку, це єдиний поступальний шлях до подолання колосальних проблем глобальної зміни клімату. Пишучи ці рядки, я поглядаю на скляну пляшку «Кока-коли», яку знайшов із Семесе на *моту* під час прогулянки. Її кинув там більше шістдесяти років тому якийсь американський солдат, частина якого базувалася під час Другої світової війни на Тувалу. Вона досі виглядає яко нова і

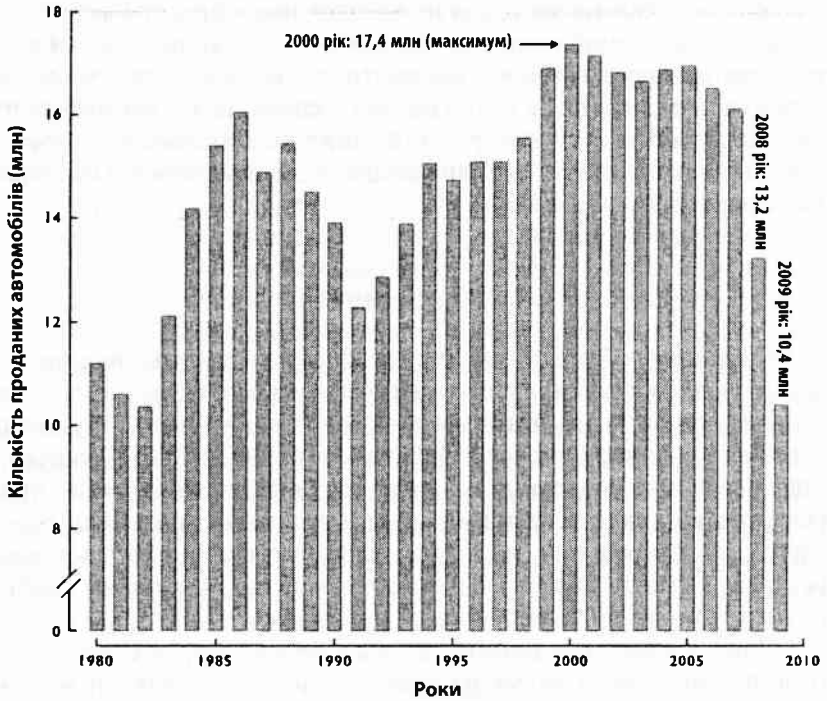
видається влучним прикладом транспоколінної сили, про яку я писав у цій книжці. Сумніваюся, що молодий солдат, який випив напій і жбурнув пляшку в кущі, міг подумати, що вона колись – можливо, через багато років після його смерті – опиниться на книжковій полиці передміського будинку в м. Вашинґтон яко сувенір із дрібної острівної країни, котра щосили намагається впоратися із викликами XXI століття.

ЗНАТИ МІРУ

Ситуація на Тувалу демонструє кілька новаторських способів, якими люди із дуже скромним матеріальним багатством та технологічним арсеналом, намагаються дати раду зміні клімату. Об'їздивши увесь світ у зв'язку зі своєю роботою, я бачив, як розвідуються й інші можливості. Головний же висновок із побаченого такий: люди реагують на виклики, з якими ми зіткнулися яко вид. Наш спосіб життя, що спирався на експансію та застосування всіх доступних ресурсів, сьогодні перебуває в процесі змін, завдання яких – забезпечити довгочасне збереження цих ресурсів.

Поки я писав цю книжку, ціна на барель нафти сягнула свого історичного максимуму на рівні майже $ 150 – ніколи вона не була такою дорогою. Вартість бензину стримує багатьох бідних селян США від використання автомобіля, спонукає їх переселятися ближче до місця роботи, їздити громадським транспортом або по черзі користуватися автомобілями групи сусідів для розвезення на роботу. Захмарні ціни на нафту почасти пояснюються спекуляціями на товарних біржах або падінням вартості долара, але значним їх чинником є зростання попиту в Китаї, Індії та інших країнах, що розвиваються, у зв'язку з поліпшенням умов життя. Хоча ціни на нафту надзвичайно мінливі (через кілька місяців після досягнення історичного максимуму вони впали до $ 30 за барель), незаперечним лишається той факт, що нафта – дефіцитний товар, який приречений на подорожчання в майбутньому.

Сьогодні Китай – найбільший у світі ринок збуту автомобілів, який перевершив Сполучені Штати в грудні 2009 року. Мало того, збут автомобілів у Китаї пришвидшується, тоді як його темпи в США і Європі вповільнюються – ця тенденція передувала економічному спаду 2008–2009 років. На думку деяких економістів, Індія станом на 2030 рік стане третім за розміром автомобільним ринком світу. Зростання багатства збільшує бажання мобільності, а автомобіль у



Малюнок 28. Динаміка продажу автомобілів у США за 1980–2009 роки

цьому питанні залишається пріоритетним транспортним засобом. Навіть якщо ми в «заможному світі» терзатимемо себе думкою про наш вуглецевий слід на природі та витрати бензину на кілометр, китайські споживачі тиснутимуть на газ і йтимуть в обгін. Почасти їхня поведінка пов'язана із субсидіями на бензин, завдяки яким ціни в Китаї були вдвічі нижчими, ніж у США в середині 2008 року. Тепер ці субсидії істотно скоротилися, але китайці продовжують щомісяця купувати дедалі більше автомобілів.

Наслідки засилля автомобілів набувають дуже видимих проявів – будь-хто, побувавши останнім часом у Пекіні або Шанхаї, може це підтвердити. Міські транспортні артерії, якими раніше ринув потік велосипедів, тепер нагадують стоячу воду боліт, бо в їхніх заторах в'язнуть мільйони автомобілів, викидаючи вихлоп у жахливо брудне небо. Навіть сонячними днями інколи важко розгледіти десятки будівельних кранів на обрії, бо все застеляє смог, а якість повітря настільки низька, що деякі провідні спортсмени всерйоз розмірковували пропустити пекінську Олімпіаду 2008 року.

В своїй гонитві за плодами XXI століття Китай потрапив у центр дискусії щодо зворотного боку модернізації.

Кіотський протокол не регулює рівня викидів парникових газів Китаєм. По суті, він не регулює рівень викидів у жодній із великих країн, що розвиваються, зокрема, в Індії та Бразилії. Їх не стосуються стандарти, задані в Додатку I, де наведено перелік країн, що зобов'язані умовами договору скоротити викиди парникових газів (передусім вуглекислого газу) в середньому на 5% порівняно з 1990-м роком. Для цього було розроблено систему лімітів та торгівлі невикористаними обсягами цих лімітів, яка встановлює допустимі максимальні межі для викидів країнами з Додатку I і дозволяє їм купувати «квоти на викиди», щоб досягти поставлених цілей. Торгівля квотами на викид вуглецю є визнанням того факту, що деякі країни (і навіть деякі галузі промисловості всередині країни) продукують більше парникових газів, ніж інші, тому їм дозволяється купувати невикористані квоти в екологічно чистіших країн або підприємств. Інакше кажучи, в цій системі робиться спроба застосувати механізми урядових квот і вільного ринку, щоб досягти сумарного скорочення викиду парникових газів.

Хоча майже всі країни світу ратифікували Кіотський протокол (котрий набрав чинності, коли його в 2004 році ратифікувала Російська Федерація), найбільший емітент вуглецю в світі станом на 1997 рік, коли укладався протокол, – Сполучені Штати, на які припадало 40% світових вуглецевих викидів, – так і не підписав договору. Адміністрація президента Джорджа Буша навела дві причини для цього. По-перше, чиновники стверджували, що запропонований варіант протоколу передбачав зависокі економічні збитки, а документ потребував більшої гнучкості в механізмах його впровадження. Цей аргумент, вочевидь, можна відкинути яко протекціонізм та недалекоглядність в оцінці довгострокових збитків від глобальної кліматичної зміни. Другий їхній аргумент звучав вагоміше: адміністрація висловлювала побажання, щоб рівні викидів встановлювалися і для країн, що розвиваються. Вказуючи, що Китай у середньому щотижня будує одну велику теплоелектростанцію на вугільному паливі, критики протоколу стверджують, що вилучення країн, що розвиваються, із планів скорочення викидів може дорого обійтися. Справді, в 2006 році Китай перегнав Сполучені Штати за обсягами викидів вуглецю. Китайці дають відсіч тим, що вони не тільки мають право пожати вигоди базованого на нафті економічного розвитку, яким скористалися найзаможніші країни світу в XX сторіччі, а й що їхня країна на 1,3 мільярди населення (порівняно з 300 мільйонами

громадян США) викидає значно менше вуглецю в розрахунку на душу населення.

Коли я пишу ці рядки на початку 2010 року дебати продовжуються, але обрання Барака Обами викликало значну переорієнтацію політики США щодо зміни клімату. Його адміністрація хоч і не ратифікувала Кіотського протоколу, але всерйоз узяла до уваги проект угоди, складений на саміті ООН у Копенгаґені в грудні 2009 року, який має стати спадкоємцем Кіотського протоколу, чинність якого завершується в 2012 році. З огляду на бажання Америки повернутися в гру, Китай проявляє більше охоти задуматися про обмеження власних викидів. Дискусія, ясна річ, ще далека від завершення, бо навіть сповнені гарних намірів європейські країни на кшталт Нідерландів і Австрії добряче відстають від погоджених норм викидів. Хай там як, але очевидно, що Китай, Індію та Бразилію доведеться в кінцевому підсумку посадити на вуглецеву дієту, щоб новий договір справив довгостроковий вплив на глобальне потепління.

ЗАПОВЗЯТА ДИСКУСІЯ

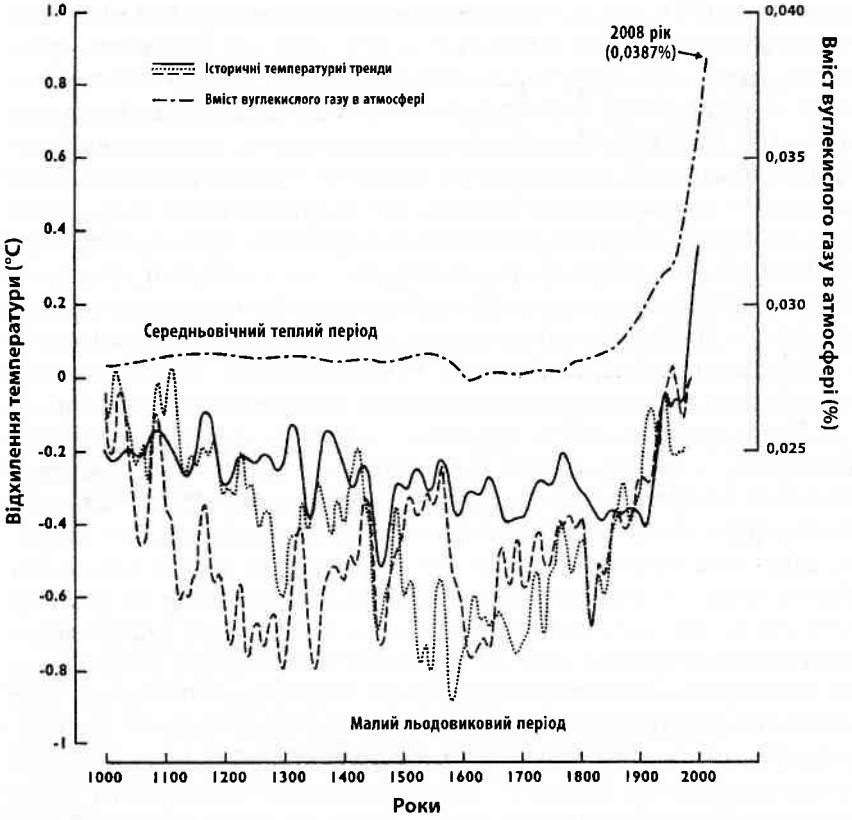
Дискусія про скорочення світових викидів парникових газів базується на дуже складних наукових розрахунках. Лише в останні десять років наукові кола повністю визнали важливе значення рівня вуглекислого газу в атмосфері для зростання світової температури, кульмінацією чого стала публікація в 2007 році поворотного звіту Міжурядової експертної комісії з питань зміни клімату (IPCC). Цей документ, укладений сотнями науковців і високопосадовців із усіх частин світу після ретельних наукових консультацій, дійшов висновку, що клімат світу виразно теплішає і що люди несуть відповідальність за значну частку цього потепління в XX сторіччі. Попри скандал, що виник у зв'язку з оприлюдненням електронного листування між деякими з науковців, залучених до складання звіту, та неточну оцінку часу до остаточного зникнення гімалайських льодовиків, він залишається важливим узагальненням сучасного стану вивченості проблеми зміни клімату.

В основі тез IPCC лежать досить очевидні закономірності, які можна звести до двох спостережуваних фактів. По-перше, безпрецедентне зростання вмісту вуглекислого газу в атмосфері за останнє століття. Спираючись на дослідження складу бульбашок повітря, заморожених у глибинних шарах полярного льоду, кліматологи вирахували, що середня концентрація вуглекислого газу в атмосфері

за останні 650 тисяч років гойдалася в діапазоні 0,018–0,030%. На початку Промислового перевороту в 1800 році цей показник дорівнював приблизно 0,028%, а в 2008 році він сягнув 0,039%, значно перевищивши довгострокове середнє значення. Сьогодні він щороку зростає на 0,00019%. Висновок із цих даних такий: починаючи зі світанку промислової епохи стрімке зростання кількості спалюваного викопного палива додало близько 0,01% вуглекислого газу (одного з продуктів згорання палива) до атмосфери. Цей газ затримує на Землі радіоактивне випромінювання сонця так само, як скляні панелі парника, кінцевим результатом чого стає нагрівання земної атмосфери. Вміст інших парникових газів у атмосфері, як-от метану і закису азоту, також помітно зріс за той же період, але саме вуглекислий газ є найважливішим чинником глобального потепління.

Друга закономірність, що стала наріжним каменем рекомендацій IPCC, – це так званий *ключкоподібний графік* температури в Північній півкулі за останнє тисячоліття. За період 1000–1900 років температура північної півкулі помітно варіювалася від року до року, дещо опустившись з XVI по XIX століття (цей період називають Малим льодовиковим періодом), а потім пішовши вгору на початку XX століття. Проте починаючи з 1950 року температура значно перевищила довгострокове середнє значення, а останні два десятиріччя XX століття стали найспекотнішими за більше ніж 1000 років. Цей «ключкоподібний графік» викликав серйозні заперечення – здебільшого з приводу моделювання температур за період, що передував останнім двомстам рокам, бо багато хто вважав його грубим спрощенням складних історичних кліматичних закономірностей. Проте з усіх запропонованих моделей випливає один чіткий висновок: світова температура зросла за останні півстоліття.

Наслідки цього добре видно навіть без кліматичної статистики. Найбільше постраждала Арктика: тут льодовий покрив розтає навіть у місцях, які довгі роки перебували в зоні мерзлоти. Полярні ведмеді майже достеменно зникнуть у зв'язку зі зникненням звичного для них довкілля. Види, які раніше водилися далі на південь, тепер повсюдно трапляються в північніших місцях. Скажімо, згідно з даними різдвяного обліку птахів 2008 року, проведеного Національним Одюбонівським товариством, такі види, як пурпуровий зяблик та дика індичка, були виявлені на 600 кілометрів північніше їхнього звичайного ареалу. По всьому світу розтають льодовики, а коралові рифи вибілюються у відповідь на зростання температури та кислотності води в морі, зумовленої вбиранням вуглекислого газу світовим океаном.



Малюнок 29. Динаміка зростання рівня вуглекислого газу в атмосфері й температури за останні 1000 років

Якщо додати до цього зростання вмісту парникових газів у атмосфері за той самий період, можемо зробити висновок, що люди викликають зростання світової температури – головним чином, спалюючи викопне паливо. Сперечатися можна тільки про міру, якою люди самі спричиняють глобальне потепління. Оскільки тенденція до поступового потепління намітилася відразу після закінчення Малого льодовикового періоду, деякі вчені спробували довести, що в XX столітті насправді ми були очевидцями одного з епізодів звичайнісінької довгочасної природної тенденції. Проте зараз більшість науковців і високопосадовців світу погоджуються, що головним винуватцем змін є саме людство. Рекомендації IPCC дають наукову основу для укладення Кіотського протоколу та інших запланованих

договорів, націлених на стримування викиду вуглекислого газу. Виявляться вони успішними чи ні, але продовжуватимуть справляти потужний вплив на світову енергетичну політику впродовж найближчих десятиліть.

Преса присвятила значну увагу прогнозам зі звіту IPCC, в якому на основі проекцій викиду парникових газів робилася спроба вивести з наявних даних та комп'ютерних моделей оцінку майбутньої температури та підйому рівня моря. На сьогодні ці питання перебувають на передовій лінії наукових дискусій з приводу глобального потепління, і ще багато лишається з'ясувати для розуміння складних сил, що їх ми привели в рух. Ця коротка частина явно не може стати місцем для докладного обговорення всіх кліматичних прогнозів. Проте одну тезу зі звіту IPCC оминули увагою, хоча саме вона найбільш моторошна – принаймні з погляду неспеціаліста, якому, на відміну від кліматологів, ще не намуляли око невтішні прогнози. Цю тезу чітко й лаконічно сформульовано в розділі «Резюме для високопосадовців» звіту IPCC:

> Минулі та майбутні антропогенні викиди вуглекислого газу в атмосферу продовжуватимуть впливати на потепління й підняття рівня моря ще більше ніж тисячу років з огляду на час, що потрібен для усунення цього газу з атмосфери.

Це означає, що хоч би що ми робитимемо для стримування глобального потепління, встановлюючи квоти на викид вуглецю й торгуючи ними, приведені нами в рух сили докорінно змінять світ, у якому ми живемо, на наступне тисячоліття. Як і у випадку з генетичною модифікацією наших дітей та, ще раніше, одомашненням рослин і тварин під час Неолітичної революції, ми привели в рух транспоколінні сили, чиї остаточні наслідки просто не можемо передбачити. Хоча дискусія про глобальне потепління зосереджується головно на моделях і прогнозах, в яких чільну роль відіграє наука, незаперечним є те, що ми започаткували дещо, що в тій чи тій формі впливатиме на нас надалі. Глобальне потепління, либонь, стане найбільшим соціальним викликом XXI сторіччя, а може, й далі, поки ми пристосовуватимемося до кліматичних змін. Якщо вірити історії, це будуть докорінні зміни.

БЕЗ ЛІТА

Нинішні найвищі три гори Океанії, яка складається з Малайського архіпелагу, Австралії, Нової Ґвінеї та тихоокеанських островів, всі розташовані на островах Нова Ґвінея і Калімантан. Гора Пунчак-Джая висотою 4884 метри – найвища з них і входить у перелік «семи вершин», омріяних альпіністами, які прагнуть зійти на найвищий пік кожного континенту. Неподалік височіє на 4750 метрів гора Пунчак-Трикора, що колись називалася Вільгельміною, тоді як гора Кінабалу на острові Калімантан здіймається на 4095 метрів над рівнем моря. Проте до 1815 року Кінабалу займала четверте місце, перебуваючи в тіні гори Тамбора – найвищої точки на невеликому острові Сумбава, що лежить прямо на схід від тропічного раю острова Балі. Сягаючи, за розрахунками, висоти понад 4200 метрів, велетенський симетричний конус Тамбори здіймався з глибин моря Флорес, яке розділяє Сумбаву та Сулавесі. Мореплавці з давніх-давен користувалися ним як орієнтиром, а місцеві мешканці вважали його оселею їхнього головного бога.

Згідно з місцевою легендою, події, які скоротили Тамбору до незначної частки її колишньої висоти, сталися внаслідок божественної помсти:

> Причиною вважають Небесний гнів
> За вчинок одного з тамборських царів,
> Убивши когось із поважних мандрівників,
> Він бездумно землю кров'ю окропив.
>
> «Сіаїр кераджаан бірама»,
> традиційний вірш,
> цит. за статтею Берніс де Йонґ Бурз
> «Гора Тамбора в 1815 році»,
> журнал «Indonesia», № 60, жовтень 1995 року

Вечором 5 квітня 1815 року гора Тамбора, яка була сплячим вулканом, почала вивергатися. Ба навіть вона не вивергнулася, а вибухнула, розірвалася, змітаючи все на шляху, випльовуючи з себе демонів. Її рев чути було за 720 кілометрів у Джок'якарті, де місцевий султан підняв на ноги солдатів, подумавши, що на його столицю напали. Виверження тривало наступні кілька днів і досягло кульмінації 10 квітня, коли його ревіння чулося за 2400 кілометрів від Тамбори в північній частині Суматри. Сер Стемфорд Рефлз, колоніальний

чиновник і засновник Сінґапура, ім'ям якого названо знаменитий готель, описав ці події з перших рук у своїх спогадах:

> За якусь мить вся гора... набула вигляду вогненної рідкої маси, яка розтікалася в усіх напрямках. Пожежі і стовпи полум'я продовжували спустошували все довкола з неослабним шаленством, доки не зникли з поля зору через пітьму, викликану близько 8-ї години вечора дощем твердого матеріалу. З неба густо посипалося каміння... деякі шматки мали розмір двох складених разом кулаків.

Виверження підкинуло попіл на висоту понад 40 кілометрів, спричинивши триденну пітьму на навколишніх островах. У ході цього, либонь, найпотужнішого вулканічного виверження з часів виверження гори Тоба 74 тисячі років тому було викинуто понад 65 км^3 попелу й каміння – вчетверо більше, ніж зі знаменитішого індонезійського вулкану Кракатау. Острів Балі, розташований за 240 кілометрів на захід, укрився 30-сантиметровим шаром попелу, а вітри впродовж кількох наступних місяців рознесли решту попелу по всьому світу. Виверження скоротило поважну висоту Тамбори до відносно мізерних 2850 метрів – значне пониження в ранзі. Вважається, що понад 70 тисяч індонезійців загинули від ударної хвилі та її безпосередніх наслідків, що робить це виверження найбільш смертоносним в історії.

Попри катастрофічні наслідки виверження Тамбори для Індонезії, його найбільш довгочасні наслідки пов'язані не з піротехнічними ефектами в голівудському стилі. Натомість їх викликали сотні мільйонів тон сірчаного газу, викинуті під час виверження в стратосферу. Разом із дрібними частинками попелу, занесеними високо в атмосферу, вони породили імлу, яка спостерігалася аж у Лондоні та Новій Англії. Хоча завдяки ній захід сонця став особливо видовищним, її довгочасні наслідки виявилися значно підступнішими.

В захопливій книжці «Вулкан творить погоду: Історія 1816-го – року без літа» Генрі й Елізабет Стомел пояснили, як зниження інтенсивності сонця внаслідок сірчаного викиду Тамбори в стратосферу спричинило ефект глобального похолодання наступного, 1816-го, року. Розташування вулкана майже прямо на екваторі полегшило вітрам завдання рознести викиди по всьому світу, тому його наслідки для погоди були помітнішими. Аматори-метеорологи, зокрема кілька зацікавлених у метеорології науковців з Ліги плюща, котрі багато років фіксували щоденну температуру, звернули увагу на

похолодання в тогорічному червні. Місцеві селяни на власній шкурі відчули ці наслідки: холодний атмосферний фронт, який пройшов Новою Англією між 6 і 11 червня, полишив по собі з десяток сантиметрів снігу, досягнувши на півдні Масачусетсу та Кетскільських гір на півдні Нью-Йорку, тоді як на долю Пенсильванії й Конектикуту випали сильні заморозки. Ще двічі заморозки ставалися в липні-серпні, фактично знищивши урожай кукурудзи в Новій Англії, попри спроби відновлення посівів після відступу кожного холодного фронту.

Ще гірша ситуація склалася в Європі. Винятково холодне й вологе літо 1816 року знищило врожай пшениці й кукурудзи в північних країнах. Вислідний голод посприяв виникненню епідемії висипного тифу в Ірландії, а в Швейцарії від голоду померли тисячі людей. Франція, яка попереднього року зазнала поразки в Битві біля Ватерлоо, сколихнулася від бунтів проти високих цін на хліб. Проблеми в Європі затрималися до середини наступного року, коли дещо кращі температури вможливили врожай, що вже був близьким до звичайного. Загалом, згідно з оцінками істориків, близько 200 тисяч європейців померли внаслідок холодної погоди 1816 року.

Мабуть, найдивовижнішими були соціальні наслідки цього раптового похолодання. Більшість мешканців Нової Англії займалися в той час натуральним господарством, тож втрата врожаю загнала їх у скрутне становище. Спокушені перспективою легшого життя без непередбачуваних заморозків і лютих зимових морозів, багато з них спакували пожитки й подалися на Середній Захід. Стомелі вважають це переселення порівнянним із міграцією «доби пилових бур» 1930-х років*, хоча остання розтяглася на кілька років і мала виразніші наслідки. Втім, зрозуміло, що химерна літня погода довела багатьох людей до краю і спричинила значне зростання населення в таких регіонах, як Огайо й Індіана – в такий спосіб виверження вулкана в далекій Індонезії посприяло американському «самоочевидному призначенню»**.

---

* Доба пилових бур (*англ.* Dust Bowl era) – період, коли протягом 1933–1935 років через пилові бурі й посуху в штатах Канзас, Колорадо, Оклахома, Нью-Мексико й Техас тисячі фермерів залишилися без засобів до прожиття, влившись у лави безробітних.

** Самоочевидне призначення (*англ.* Manifest Destiny) – американська політична ідеологія XIX століття, згідно з якою США наділені божим благословенням поширювати, розвивати й розширювати свою форму демократії та свободи. Нині вислів вживається як історичний термін на позначення територіальної експансії США на захід Північноамериканського континенту протягом XIX століття.

Інші, не такі значні соціальні зміни також своїми коренями пов'язані з «роком без літа». В одній статті з журналу «New Scientist» за 2005 рік переконливо доведено, що триколісний велосипед – попередник сучасного двоколісного – був створений після неврожаю 1816 року яко транспортний засіб, який не потрібно годувати (на відміну від коней). Іще один, курйозний, наслідок негоди: Мері Шелі сховалася від неї в одному швейцарському замку, що його тоді орендував лорд Байрон, скориставшись цим часом, щоб написати класичний роман жахів «Франкенштайн».

Роман-попередження, котрий дав назву зневажливому терміну, яким користується рух проти генетичної модифікації («frankenfood» – «франкен'їжа»), транспортний засіб, яким сьогодні користуються більше мільярда людей у всьому світі, й американська політична ідеологія, що корениться в експансії XIX століття на Захід, – не зовсім очікуваний результат літньої негоди. Втім, ці розмаїті наслідки ілюструють непередбачений довгостроковий вислід змін клімату, хай навіть відносно незначних – тривалістю менше року. Якщо зіставити їх із значно ґрунтовнішими змінами, які спіткають нас у наступному столітті (хай там яка модель виявиться правильною), стає справді лячно. Проте, як і у випадку спійманого Пандорою духу, зберігається проблиск надії в царстві пітьми.

ДАРВІНІВ ІМПЕРАТИВ, АБО НІМЕЦЬКЕ РОЗВ'ЯЗАННЯ

Протягом 2008–2009 років, коли я задумував і писав цю книжку, економісти й високопосадовці світу ламали голову над двома фінансовими потрясіннями. По-перше, кредитна криза, поглиблена падінням вартості нерухомості в розвиненому світі, загрожувала затуханням інвестиційної діяльності через ускладнення отримання позик. Без інвестування глобальний капіталізм сяде на мілину, бо це джерело енергії, яке приводить у рух економічний двигун новочасного суспільства. Штучні стимули на кшталт занижених відсоткових ставок на кредити і податкових пільг можуть дати лише короткий ковток свіжого повітря, але це те саме позичання, хоч і під іншою назвою – позичання з майбутніх податкових надходжень, щоб заплатити за сьогоднішню кризу. Дехто вважає, що насправді відбувається найбільше перетікання багатства в історії, оскільки ціну латання сьогоденного продірявленого економічного човна понесуть на собі майбутні платники податків. У кінцевому підсумку економічний двигун доведеться перевести на нижчі оберти, поки інвестори

рахуватимуть збитки і почнуть визначатися, в що буде розумніше інвестувати. Як з усіма класичними економічними бульбашками минулих чотирьох сторіч від тюльпаноманії та акцій «Компанії Південних морів» до доткомівського буму 1990-х років, те, що Алан Ґринспен назвав «ірраціональним жируванням», слід замінити раціонально впорядкованими інвестиційними рішеннями. Хоч і болісні, такі корекції, вочевидь, є періодичною особливістю капіталістичної системи, тож їх варто очікувати ще не раз у майбутньому.

Друга фінансова криза виявилася серйознішою і неочікуваною. Ціни на сировину – ті матеріальні товари, з яких виготовляють предмети споживання – наприкінці 2000-х років злетіли вгору з небаченою швидкістю. Нафта, вугілля і природний газ майже подвоїлися в ціні між серединою 2007-го і серединою 2008-го років. Те саме відбулося з рисом, кукурудзою, пшеницею та молоком. Як наслідок, уряди по всьому світу зіткнулися із громадським неспокоєм. Більшість харчових калорій, які споживаються у світі, надходять із цих трьох злаків, а переважна частина використовуваної в світі енергії – від перелічених видів викопного палива, тому наслідки зростання цін виявилися особливо тяжкими, а надто для бідняків. У лютому 2008 року тисячі мексиканців протестували проти 400-відсоткового зростання цін на тортильї*, що становлять основу їхнього харчування, а гаїтянський уряд ледве тримався під тиском бунтарів, розлючених високими цінами на їжу та паливо. В червні 2008 року сотні іспанських водіїв хур перекрили автошляхи, вимагаючи зниження цін на паливо. Американці, які користувалися автомобілями-позашляховиками, здригалися від того, що вартість наповнення їхніх бензобаків перевалила трицифрову межу. Зростання цін, будучи лихом саме собою, викликало ще й посилення інфляції в усіх галузях економіки. Позаяк паливо живить енергією все, що ми робимо, наслідки зростання цін на нього стали відчутними всюди: від подорожчання авіаперельотів до вищих рахунків за електроенергію. Попри різке падіння цін на нафту з настанням глобального економічного спаду в другій половині 2008 року, хиткий економічний підйом кінця 2009 року спонукав їх знову перевалити за $ 100 за барель.

Несподіваність злету цін на сировину пов'язана з тим, що донедавна вони *падали*, якщо робити поправку на інфляцію. В знаменитому науковому парі Пол Ерліх, впливовий автор «Демографічної бомби», заклався з економістом Джуліаном Саймоном з приводу

* Тортилья – тонкий коржик із пшеничного або кукурудзяного борошна.

того, що товарні ціни (зокрема на добірку з п'яти металів) зростуть протягом 1980-х років. Натомість ціни впали, тож Саймон виграв парі. Аналогічно впродовж кінця XX сторіччя падали ціни на продукти харчування, оскільки давалися взнаки сільськогосподарські здобутки «зеленої революції». І все це попри зростання кількості населення світу на 2,5 млрд протягом 1970–2000 років. Схоже, людство зуміло вгнатися за двома зайцями: зростати чисельно і платити менше за базові продукти харчування.

Якщо знехтувати тимчасовими відступами, пов'язаними з періодами економічного спаду, епоха падіння товарних цін, здається, добігла кінця – саме в той час, коли на світову арену ступило глобальне потепління. Виглядає так, ніби людство рухається катастрофічним шляхом – така собі планета-титанік, схиблена на самознищенні. Різні апокаліптичні пророки навіть сумніваються в нашому виживанні яко виду. Невже все настільки безнадійно?

Під час Першої світової війни промислові підприємства в усіх частинах світу виробляли порох для боєприпасів на основі дещо вдосконаленої версії вікодавнього методу. Змішати деревне вугілля (вуглець), селітру (нітрат калію або натрію – природні джерела азоту) та сірку (нею не користувалися на початку XX сторіччя) в правильному співвідношенні – і ось: суміш, яка швидко й вибухово згорає від займання. Проблема полягала в тому, що хоча деревне вугілля дістати було легко, більша частина світового виробництва селітри зосереджувалася за цілих півсвіту, зокрема в Чилі. В ході воєнних дій Німеччина виявилася відрізаною від цього джерела постачання, тому мусила або знайти інше джерело, або програти відразу. Так сталося, що 1910 року німецький хімік Фриц Габер відкрив новий спосіб виробництва аміаку (який також містить азот) із повітряних газів. Застосувавши цей метод (відомий яко процес Габера–Боша) в індустріальних масштабах, німецька промисловість запропонувала замінник чилійській селітрі, давши змогу країні продовжувати війну. Схожа історія сталася під час Другої світової війни, коли через союзницьку блокаду нацисти розробили новий спосіб виробництва замінника бензину із вугілля. В обох випадках справдилося стародавнє прислів'я про те, що необхідність – мати винахідливості.

Мета цього екскурсу в історію – не показати, якою кмітливою була німецька воєнна машина під час двох спустошливих світових конфліктів, а продемонструвати, що обставини можуть грати роль диригента, коли назріває гостра потреба в зміні. Якщо ціна питання достатньо висока, новаторство окупається. Люди – унікальний біологічний вид тим, що вони створили культурні винаходи, які

дають змогу пристосуватися майже до будь-яких обставин. Немає нафти? Замініть її іншим джерелом. Хочете погуляти поверхнею Місяця? Збудуйте ракету, щоб дістатися туди. Забагато людей для прогодування? Виведіть продуктивніші сорти сільськогосподарських культур і запровадьте державну політику, яка стримує темпи демографічного зростання. Що гостріша криза, то сильніші стимули для пошуку виходу з неї.

Нині ж, заглиблюючись у XXI століття, ми вступаємо в ще один кризовий період. Останній епізод інтенсивної зміни клімату ми пережили яко біологічний вид під час пізнього дріасу. Він спонукав невелику частину мисливців-збиральників, які жили у відповідних місцевостях, почати самостійно вирощувати рослини, що вможливило всі подальші технологічні нововведення неолітичної доби: вагомі генетичні зміни самих одомашнених рослин, одомашнення тварин, розвиток складних зрошувальних систем та виникнення міських поселень і багаторівневої влади. Все це розвинулося у відповідь на зміни, що їх у кінцевому підсумку привели в рух кліматичні зрушення кінця останнього зледеніння. Зараз перед нами стоїть питання про те, що розвинеться в новітню добу кліматичної зміни – незважаючи на те, згодні ви з тезою, що люди відповідальні за неї, чи з тезою, що вони просто сприяють довгочасній тенденції потепління. Інакше кажучи, які можливості відкриває ця криза?

Сучасні люди ведуть неймовірно марнотратний в енергетичному плані спосіб життя. Пересічний американець використовує понад 270 кіловат-годин щодня, тоді як мешканець Індії чи Африки ледь більше 10 кіловат-годин – це енергетичний потенціал приблизно одного літра нафти. Не дивно, що мисливці-збиральники використовують іще менше, мабуть, близько половини цієї кількості. Проте як біологічний вид ми нарощували енергоспоживання починаючи зі світанку Промислового перевороту. Завдяки цьому ми отримали багато зручностей, які цінуємо в сучасному житті, зокрема мобільність, адже близько 40% нашого енергоспоживання витрачається на приведення в рух автомобілів, літаків та інших транспортних засобів. Публіцисти й політики нарікають на нашу «енергетичну залежність», але малоймовірно, щоб ми від неї вилікувалися найближчим часом. Невже ми всі схожі на героїнозалежних, які невпинно скочуються в яму, спалюючи в XXI столітті останні вуглеводневі джерела і забуваючи про викиди вуглецю, які при цьому забруднюють атмосферу?

На щастя, завдяки законам економіки, відповідь на це питання негативна. Так само, як із іншими кризовими моментами в минулому, коли збитки стають занадто високими, ми починаємо шукати

альтернативи. Йдучи по стопах натуфійців, які 12 тисяч років тому мусили щоразу далі й далі заходити від своїх постійних стоянок на Родючому півмісяці, ми починаємо відчувати збитки, пов'язані із використанням невідновлюваних ресурсів на кшталт вуглеводнів. Саме на такій логіці базується Кіотський протокол та інші законодавчі пропозиції щодо оподаткування вуглецевих викидів: прив'язати вартість екологічної шкоди до спалювання викопного палива. Здається, в епоху, яку справедливо назвали «нафтовим піком», ринкові сили вступили в гру, щоб підпорядкувати регулюванню те, що державній владі не під силу.

«Нафтовим піком» називають точку, в якій нафта була максимально доступна з усіх окремо взятих джерел – коли вона була в найбільшому достатку. Це поняття вперше запропонував геолог Меріон Кінг Габерт у 1956 році, котрий точно спрогнозував, що видобуток нафти в Сполучених Штатах досягне піку наприкінці 1960-х років. Запаси інших країн незабаром подолали таку саму віху, ба навіть Саудівська Аравія, напевно, минула свій пік. А тим часом світовий попит на нафту зростає, а надто в світі, що розвивається, в якому Індія, Китай та інші країни стрімко долають щоразу вищі планки споживання нафти. Ціна на нафту за законом попиту й пропозиції неминуче повинна вирости.

Невдовзі в бій доведеться кинути нові джерела, до того ж є так звані нетрадиційні резерви: бітумінозний пісок, нафтоносний сланець тощо, – але їх видобуток і обробка обходяться значно дорожче, ніж гігантських підземних нафтових пузирів, які живили промисловий вибух XX століття. Нова вуглеводнева ситуація залишає нам дві можливості: або ми докорінно змінюємо свій спосіб життя, або знаходимо якісь інші шляхи живлення нашого енергетично зажерливого суспільства.

Зараз кілька різних технологій конкурують за місце в новому світі «альтернативної енергетики» – так називають джерела енергії, що не містять вуглеводнів. Хімічні зв'язки між атомами в нафтових сполуках – це спосіб, у який природа складує енергію, своєрідна батарейка. Багато мільйонів років тому рослини вбирали енергію сонця, а коли вони помирали, вона акумулювалася в стародавніх болотах і трясовинах. Минав час, і під впливом високої температури та тиску глибоко в земній корі ці відкладені органічні сполуки зазнали складних перетворень, у результаті яких постали речовини, що їх ми знаємо як нафту й вугілля. Це найбільш енергомісткі матеріали, які можна знайти на Землі. Як зазначає Томас Гомер-Диксон у неперевершеній книжці «Догори дном», «наповнюючи автомо-

біль бензином, ми вливаємо в бензобак енергетичний еквівалент приблизно двох років фізичної праці людини». Не дивно, що ми настільки одержимі ним – все інше в енергетичних перегонах не годиться йому навіть у підметки.

Іронія всієї цієї історії полягає в тому, що вихідне джерело енергії, яка зібрана в вуглеводнях, навіть зараз повсюдно доступне й безкоштовне: сонячна енергія. Хоча нам ще залишається простір для вдосконалення ефективності сонячних колекторів, шлях подальшого руху очевидний: поліпшити способи підкорення першоджерела всієї енергії на Землі – сонця. Хоч би як ми збирали енергію: за допомогою фотогальванічних елементів, які концентрують сонячну енергію (при цьому використовуються дзеркала для фокусування сонячних променів на трубки, в яких утворюється пар для електрогенераторів), вітроелектростанцій чи генераторів, що працюють на енергії хвиль, – вся енергія, яку ми розраховуємо зібрати, в кінцевому підсумку надходить від сонця та потужного потоку його вільних фотонів, які з несамовитою швидкістю щодня сиплються на нас.

Проте навіть найпалкіші прибічники сонячної енергії визнають, що вона сама-одна поки що не може задовольнити наших потреб за нинішнього рівня споживання. Ба навіть поєднання сонячної та інших видів відновлюваної енергії не дозволить нам підтримувати високомобільний, енергомісткий спосіб життя, яким сьогодні втішаються багато громадян розвиненого світу. Є два розв'язання цієї проблеми: використовувати менше енергії або знайти інше джерело. Ефективність використання енергії постійно поліпшується (за винятком середніх витрат бензину на кілометр у американських автомобілів, які в 2007 році насправді поступалися аналогічному показнику «Ford Model T»*, що вироблявся сторіччя тому), проте малоймовірно, щоб це привело до достатнього скорочення споживання, яке дало би змогу повністю вдовольняти наші потреби сонячною та іншою відновлюваною енергією. Мало того, потрібно чимало енергії, щоб виготовити сонячні панелі та вітряні турбіни, а це істотно підважує їхній зелений мандат.

Одна з можливих відповідей – зробити наступний крок угору харчового ланцюга від сонячної до атомної енергії, яка є первинним джерелом енергії самого сонця. Хоча виробництво енергії шляхом синтезу атомів водню, який відбувається в надрах сонця, навряд чи найближчим часом стане здійсненною моделлю генеру-

* «Ford Model T» – перший загальнодоступний автомобіль, який компанія «Ford» виробляла з 1908 по 1927 роки.

вання енергії на Землі, зате розщеплення важких атомів на легші, або реакцію розпаду, вже успішно застосовують більше півстоліття. Франція виробляє 80% своєї електроенергії за допомогою ядерних реакцій розпаду, Південна Корея і Японія – понад 30%, а Сполучені Штати – близько 20%. Проте більшість країн стривожена загрозою катастроф на кшталт Чорнобильської, а також політичними незручностями збереження радіоактивних відходів (хто захоче жити поруч зі спорудами для зберігання радіоактивних відходів?), тому вони з меншим ентузіазмом ставляться до атомної енергії. Лише близько 15% всієї електроенергії світу виробляється за допомогою ядерних реакцій.

Вочевидь, ситуація змінюватиметься в наступному столітті, коли вдосконаляться методи зберігання радіоактивних відходів, а атомні станції стануть безпечнішими й ефективнішими. Одну нову багатонадійну технологію зараз випробовують у Китаї та Південно-Африканській Республіці – ядерний реактор із засипкою з кулькових тепловидільних елементів. Більша частина велетенських споруд на традиційних ядерних реакторах відводиться, насправді, під систему охолодження, яка забезпечує циркуляцію води довкола паливних стержнів та складною системою труб і веж, призначених для розсіяння тепла, виділеного під час реакції розпаду. Реактор із кульковою засипкою усуває потребу в цій складній системі (тим самим значно зменшуючи розмір АЕС) шляхом використання інертного газу, приміром гелію, як охолоджувача: його випускають на кулькові тепловидільні елементи, що містять суміш ядерного палива (наприклад, урану) та графіту. Ці елементи генерують енергію, а тепло з них вбирається газом. Така модель у своїй основі безпечніша за традиційну водоохолоджувальну модель, бо що вище піднімається температура, то менше енергії генерується, аж доки в паливі зовсім не припиниться реакція.

Інші винаходи, як-от водневі паливні елементи (генерування й спалювання водню яко палива) та перетворення термальної енергії океану (використання перепаду температур між глибоко- та мілководдям), виглядають менш перспективними і до того ж стикаються з серйозними технічними перешкодами. В першому випадку проблема полягає в тому, як ефективно виробляти великі обсяги водню для паливних елементів, адже на сьогодні найкраще його джерело – це ті самі вуглеводні, що містяться в нафті. В другому випадку кількість отримуваної енергії настільки незначна, що така енергетика варта втілення лише в дуже обмеженому вигляді – наприклад, на атолових островах. Те саме стосується геотермальної енергії: вона придатна до

використання лише в місцях на кшталт Ісландії – невеликій країні, що сидить на проломі в земній корі, який дає їй прямий доступ до розжареної магми, за допомогою якої можна приводити в рух парові електрогенератори, – але явно не в Канзасі.

Такі винаходи, як реактори з кульковою засипкою, вдосконалені батарейкові технології, які дозволять створити повністю електричні автомобілі із задовільною потужністю та дальністю, ефективніші сонячні батареї та вітряні двигуни, які обертатимуться навіть від легкого бризу, обіцяють замінити значну частину викопного палива. Коли впродовж кількох наступних десятиріч ціна на нафту та природний газ зросте, дешевше буде користуватися цими альтернативними формами енергії, що пришвидшить їх упровадження. Можна навіть передбачити поєднання всіх них у різних співвідношеннях: сонячні батареї забезпечують значну частину енергоспоживання домогосподарств у сонячних регіонах, їх страхує вітроенергетика, де можна легко встановити вітряні двигуни (наприклад, на американському Середньому Заході), а ядерна енергетика компенсує нестачу, виробляючи вдосталь електроенергії, щоб заряджати електроавтомобілі та інші легкі машини. Лише в літаках та важких машинах, мабуть, доведеться й далі використовувати нафту через їхні колосальні енергетичні потреби, хоча й вони одного дня можуть запрацювати на електроенергії.

Хоча такий сценарій може комусь видатись як наївні фантазії екофанатика, в яких не враховано труднощів відмови від нафти, що поступово відбуватиметься протягом цього століття, він видається єдиним стійким і довгочасним розв'язком проблеми. Кінець кінцем, запаси нафти вичерпаються або їх видобуток подорожчає настільки, що альтернативні форми енергії стануть єдиним логічним вибором. Ми ще тільки починаємо відчувати довгочасні збитки від бездіяльності у відповідь на зміну клімату й нафтовий пік, а легкість сучасної комунікації пришвидшує темпи інформаційного обміну між віддаленими місцями. Ми починаємо усвідомлювати себе частиною гіпотетичної, але відчуваної глобальної спільноти, а не просто американцями чи індійцями. Якщо світ справді плаский, згідно з відомою тезою Томаса Фридмена, його мешканці також дедалі краще усвідомлюють своє спільне загрозливе майбутнє.

Можливо, камінь спотикання Кіотського протоколу – країни світу, що розвиваються, які викидають найбільше вуглецю в атмосферу, – самі й укажуть нам шлях до стійкої енергетики. Нещодавні заяви китайського уряду свідчать про кроки в цьому напрямку. У світі дорогого вуглеводневого палива, мабуть, впровадити альтер-

нативні розв'язки проблеми буде легше в місцях, які менш системно прив'язані до нафтозалежного способу життя. Пригадайте, як стільникові телефони обійшли за популярністю стаціонарну телефонну мережу в світі, що розвивається, протягом кінця 1990-х – початку 2000-х років, бо стільникові мережі дешевше й легше розширювати, тому стаціонарний телефон не створив серйозної конкуренції мобільному. Тож легкі в застосуванні альтернативні енергетичні розв'язки можуть знайти свою найбільшу аудиторію передусім у менш розвинених частинах світу. В Монголії я зустрічав кочовиків, які всю свою електроенергію отримують із сонячних батарей; у степу просто-напросто немає електромережі, щоб встромити в неї штекер. Тувалу експериментує з методами виділення метану зі свинячого гною для нагрівання кухонних плит. Так, метан – теж вуглеводень, але його застосування принаймні більш самодостатнє, ніж перевезення природного газу через тисячі кілометрів. Необхідність, повторюся, часто стає матір'ю винахідливості.

Прийдешня паливна й кліматична криза може насправді дати поштовх безпрецедентній епосі нововведень, якій не було рівних в історії. В цю епоху ми почнемо впроваджувати нове, пам'ятаючи, що всі ми тісно пов'язані, що зроблене нами «тут і зараз» впливає на когось «там і потім». Примітно, що президент Барак Обама призначив міністром енергетики Нобелівського лауреата Стивена Чу – фізика, відомого своєю відданістю дослідженням у галузі альтернативної енергетики. Якщо це та інші призначення свідчать про рішучий намір спрямувати науково-дослідні інвестиції в стійку енергетику, вони справлять величезний вплив на розвиток альтернативних технологій.

НАЗАД ДО МОРЯ

Австралія – найпосушливіша суцільна частина суші на планеті, а також найбільш урбанізована: близько 90% її населення мешкають у містах. Попри велетенський розмір, через який вона вирізняється досить скромною густотою населення в 3 особи на км^2 (для порівняння: у США – 32, а в Бангладеш – понад 1100 осіб на км^2), більшість її населення насправді зосереджена на вузькій прибережній смузі, а четвертина всього населення мешкає в самому тільки Сіднеї. Причина такого розселення полягає в тому, що суворі кліматичні умови в глибині континенту внеможливлюють життя без складних систем постачання води з узбережжя.

Люди з давніх-давен із різних причин мешкали на узбережжях. Прибережні ресурси – риба, молюски і ракоподібні – забезпечували постійне джерело білку, рівне якому важко було знайти в глибині континенту. Найдавніші сліди використання людьми прибережних ресурсів знайдено в Еритреї, де вже 125 тисяч років тому люди споживали достатньо рачків і молюсків, щоб створити великі купи порожніх мушель, які збереглися до наших днів. Однак не тільки стабільні джерела білків тягнули людей до узбережжя. Як і в Австралії, вода здавна відігравала важливу роль у цьому. Волога океану випадає у вигляді дощу на навітряні схили прибережних гір, наповнює місцеві ріки і створює найкращі умови для буяння рослин та життя людей.

З огляду на сучасні тенденції кліматичної зміни дедалі більше людей муситимуть покидати безплідні внутрішньоконтинентальні регіони. Посуха, голод і хвороби, а також можливості, які відкриватимуться для них у містах, стануть потужними стимулами міграції. З кожним днем світ стає більш урбанізованим. Більше половини нинішнього населення світу живе в містах, більшість із яких розташовані в прибережних регіонах. Масове переселення ближче до моря переобтяжує і без того обмежені запаси води, призводячи до повномасштабної водної кризи. Було розраховано, що скорочення запасів, демографічне зростання та зміна клімату станом на 2020 рік призведуть до гострого дефіциту води в Каліфорнії, із якого уряд поки що не знає виходу.

Запаси прісної води на Землі скінченні, а значна їх частина вже непридатна до вжитку. Поки над Каліфорнією згущуються хмари повсюдної посухи та драконівського дозування води в наступному десятилітті, деякі забудовники західної частини Сполучених Штатів продовжують будувати майданчики для гри в гольф прямо серед пустелі. Власники передміських котеджів поливають газони, які зовсім чужі тамтешньому посушливому довкіллю. Водоносні шари вичерпуються на утримання ферм із сумнівною довгочасною стійкістю. Ріка Колорадо, котра раніше вливалася в Каліфорнійську затоку, зараз через надмірний водозабір не дотікає навіть до Мексики, хіба що в особливо дощові роки. Втім, проблема ця не винятково північноамериканська: Китай та Індія осушують свої водоносні шари для зрошення сільськогосподарських угідь, щоб годувати ростуче населення. Аральське море в Центральній Азії втратило 80% об'єму через те, що води двох рік, які його живили, було використано для зрошення бавовняних плантацій. У Сахельському поясі – посушливому степу на південь від Сахари – значно частіше стаються по-

сушливі роки, ніж раніше, і кліматичні прогнози говорять, що така тенденція збережеться.

Відповіддю на ці тривожні сигнали, принаймні у випадку західної частини США, може бути обмеження використання води. Ощадливе ставлення, звісно, важливе, але воно не здатне забезпечити водою всіх. Очищення стічних вод, які зараз у більшості країн просто зливаються, – ще одна можливість, але вона дуже дорога й складна в реалізації. Оскільки значна частина прісної води скута в полярних льодовиках, теоретично її можна використати для споживання. Проте в цьому випадку вкрай високими будуть транспортні витрати. Тож у кінцевому підсумку потрібно шукати нові джерела або доведеться переселяти людність у регіони із надійнішим водопостачанням. Якщо другий варіант практично нездійсненний із політичних причин, то перший у деяких випадках може виявитися можливим завдяки застосуванню технологій до велетенського водного резервуару Світового океану. Єдина проблема, яку при цьому слід здолати, – позбутися солі.

Опріснення води має досить недовгу історію. Хоча цю ідею Томас Джеферсон запропонував більше двох століть тому, а в XIX столітті вона знайшла застосування на пароплавах під час плавань для роботи парових котлів, лише в середині XX століття над цим процесом стали замислюватися яко способом добування питної води. Він досі неймовірно дорогий і енергозатратний, через що його масштабне застосування обмежується відносно заможними регіонами, як-от країни Перської затоки, та великими кораблями. На весь світ опріснення забезпечує лише близько 45,4 млн м^3 прісної води щодня, а це менше половини водоспоживання американських домогосподарств і дещиця порівняно із загальним водоспоживанням, якщо врахувати промисловість і сільське господарство. Позаяк світове щоденне споживання прісної води (разом із промисловим і сільськогосподарським використанням) становить близько 3024 млрд м^3, ті 45,4 млн м^3, які сьогодні виробляються на опріснювальних заводах, – це справді крапля в морі.

Втім, цілком можливо, що опріснена вода згодом становитиме вагому частку водоспоживання домогосподарств у прибережних містах. Зокрема завдяки розвитку нових технологій, як-от атомні опріснювальні установки (які використовують тепло атомних електростанцій) та системи зворотного осмосу (в яких морська вода пропускається через напівпроникну мембрану для усунення солі), опріснення зможе відігравати помітнішу роль. Враховуючи дедалі більшу частку урбанізованого населення в світі, додайте до цього

водоощадні технології на кшталт туалетів із меншим об'ємом змиву, душу зі слабким потоком води та очищення стічних вод, – і вже можна уявити час, коли більшість населення світу користуватиметься обмеженим резервом прісної води у значно стійкіший спосіб, ніж зараз.

Але не забуваймо про головних винуватців – сільське господарство та промисловість. Щоб виростити 1 кг телятини потрібно щонайменше 8300 л води, а для 1 кг рису знадобиться 4200 л води. Вдосконалені технології, зокрема генна інженерія зі створення менш вологолюбних сортів рослин, можуть значно зменшити ці числа. На жаль, під тиском спадщини «зеленої революції» більшість насіннєвих компаній зосереджувала зусилля на виведенні стійких до гербіцидів сортів на доповнення до дорогих гербіцидів, які вони збували, – гарна модель ведення бізнесу, але не надто розумна в сенсі використання природних ресурсів. У кінцевому підсумку навіть із цими технологіями з огляду на зростання світового населення ми все-таки потребуватимемо значно більше води, ніж маємо в розпорядженні. Єдиний довгостроковий розв'язок, вочевидь – використовувати менше, хай навіть ця пропозиція йде проти течії сучасного життя.

Навіть такі заходи не врятують багатьох людей, зокрема мешканців Сахельського поясу Африки з їхньої небезпечної географічної пастки. Невдовзі їм забракне води навіть щоб жити тим скромним життям, яке вони ведуть зараз, бо Сахара немилосердно наступає на південь. Глобальне потепління, вичерпання ґрунтових вод та довгочасна тенденція до засухи в цьому регіоні змусять мільйони людей тікати з їхніх сіл. А куди вони підуть? Як решта країни або інші країни регіону впораються із цим напливом? Згідно з даними Червоного Хреста, сьогодні більше людей у світі покидають свою домівки через екологічні катастрофи, ніж через війну: понад 25 мільйонів осіб у всьому світі можна зарахувати до «екологічних біженців».

І не всі вони зосереджені в світі, що розвивається. На прикладі Каліфорнії можна спостерігати майбутнє екологічно зумовленої міграції, але мешканці місисипського та луїзіанського узбережжя Мексиканської затоки можуть розповісти про неї з власного досвіду. Коли туди в 2005 році прибув ураган «Катрина», понад 1 мільйон мешканців мусили тікати зі своїх домівок. Багато з них уже не повернулися: було підраховано, що близько 100 тисяч біженців осіли в інших місцях. На думку кліматологів, через зростання температури на планеті протягом наступного століття та вислідного нагрівання водної маси Мексиканської затоки потужні бурі на кшталт «Катри-

ни», яка досягла 5-ї категорії на шкалі Сафіра–Симпсона безпосередньо перед ударом по узбережжю, будуть повторюватися ще частіше. «Катрина» – лише передвістя майбутнього.

Зміна клімату на планеті справить глибокий вплив на всіх нас, як і на мешканців Тувалу. Ми можемо реагувати на неї, вдаючи, що нічого не відбувається, і сподіваючись, що наслідки глобального потепління не настільки серйозні, як здаються, або ж можемо сприйняти прийдешні зміни яко потужні стимули для перетворення нашого технологічного та соціального порядків. XXI сторіччя випробує багато з того, що ми вважаємо даністю в сучасному способі життя, і змусить нас урешті-решт дати раду потужним транспоколінним тенденціям, яким ми дали поштовх у неоліті. Кліматичну зміну можна витлумачити яко можливість у ситуації кризи – вагому підставу змінити глибоко вкорінені способи поведінки. Яко біологічний вид ми звиклі до зростання, розселення і споживання, але муситимемо по-новому застосувати свою винахідливість, щоб виробити довгостроково стійкий спосіб життя. Ясна річ, такий перехід легко не дасться, проте, як і в інші кризові періоди нашої видової історії, ми наділені інтелектуальними здібностями, щоб пристосуватися. А першим на порядку денному стоїть різкий переворот у нашому світогляді.

ЧАСТИНА СЬОМА

На шляху до нового Міфосу

Всі боги рукотворні. Саме ми рухаємо ними за ниточки, а також даємо їм до рук ниточки від нас самих.

Олдос Гакслі

ОЗЕРО ЕЯСІ, ТАНЗАНІЯ

Цілий ранок разом із другом Джуліусом я вистежував тварин. Поки ми ходили перелісками й луками, він читав мені сліди слонів, чорноп'ятих антилоп, дикобразів та з півдесятка інших тварин, немов вицвілі послання на піщаному ґрунті. Джуліус володів неперевершеним даром розпізнавати найневиразніші сліди тварин, збагаченим цілим життям мисливського досвіду. Він зграбно вигинався, йдучи стежиною, інколи спиняючись, щоб придивитися, раз у раз завмираючи, щоб дослухатися. Спостерігаючи за ним, я подумав, що Джуліус схожий на танцівника в неквапливому, але ретельно спланованому балеті просто неба. Весь цей час він пояснював, що робить, своїм м'яким, муркітливим голосом, пересипаним проривними звуками, що характерні для його мови. Він передавав свій багатющий запас знань двом хлопчакам із племені, щоб воно не померло з ним. Споглядаючи за їхнім спілкуванням, я подумав: скільки ж тисяч поколінь прокручували цю сцену, коли старші навчають давнім прийомам майбутніх мисливців. Також подумалося: як довго все це ще зможе продовжуватися, адже XXI сторіччя стрімко насувається на їхнє плем'я. Їхні мисливські угіддя опинилися під загрозою продажу компанії з Об'єднаних Арабських Еміратів, яка влаштовує сафарі для грошовитих чоловіків із регіону

Перської затоки, щоб вони своїми великокаліберними рушницями влаштували посміховисько над простеньким Джуліусовим луком і тонкими стрілами.

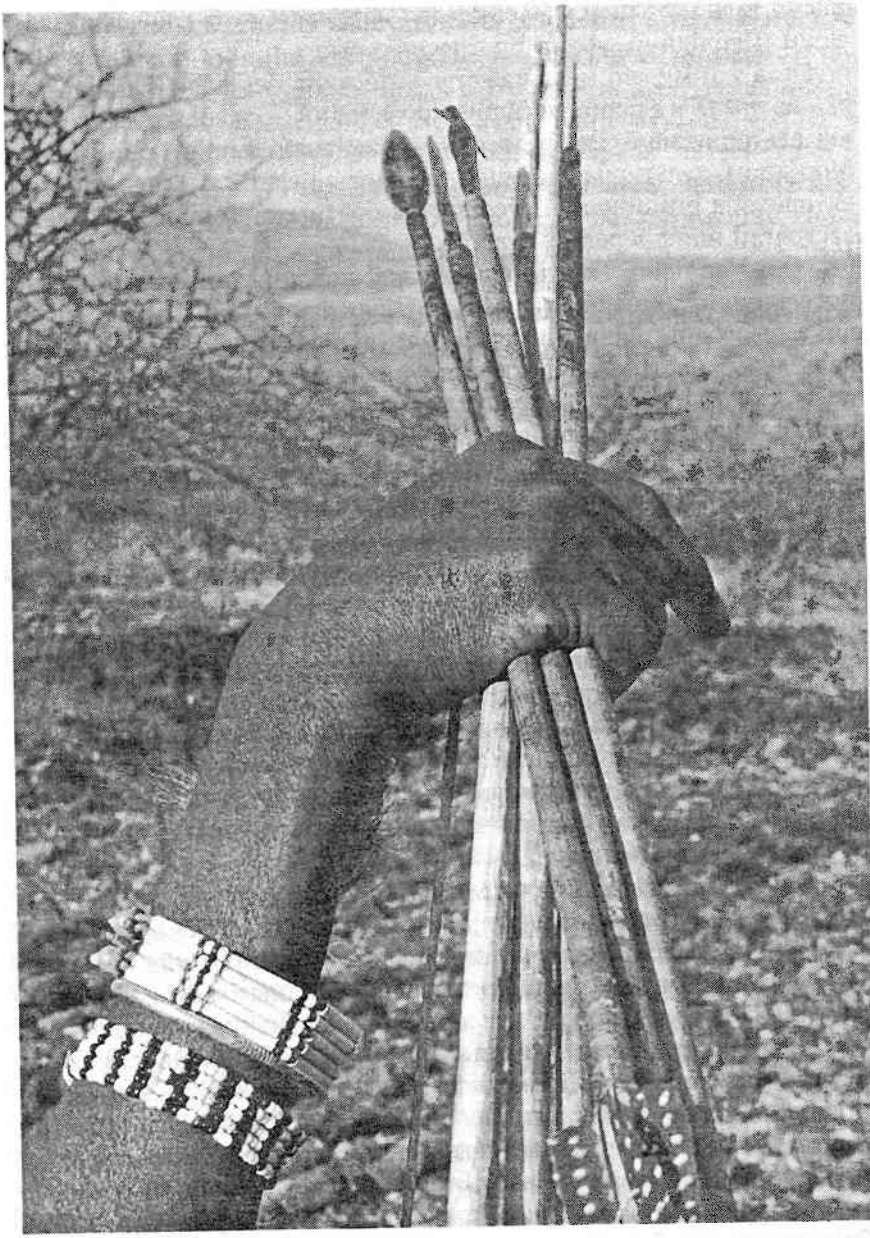
Джуліус – представник народу гадзабе, один із останніх уцілілих представників стародавньої групи, яка замешкувала Танзанію десятки тисяч років. Їхня незвичайна мова, в якій клацальні звуки входять до багатьох слів, як у койсанських мовах, якими розмовляють їхні мисливсько-збиральницькі родичі в Південній Африці, повністю відрізняється від мови, якою розмовляє сусідній народ – скотарі масаї. В суху пору року гадзабе живуть у плетених із гілок і трави куренях, а на дощову пору переселяються в печери ближче до кратера Нґоронґоро. Розташування їхніх стоянок протягом посушливої пори визначається полюванням – коли вони впольовують велику дичину, вся група з двадцяти осіб переселяється поближче до цього місця. Такий напівкочовий триб життя – ідеальне пристосування до умов багатої на дичину африканської савани.

Гадзабе, як і мисливці-збиральники інших регіонів, живуть майже без зручностей сучасного життя. Хоча Джуліус частину року працює провідником і ловцем у сусідньому заповіднику, щоб заробляти гроші для утримання родини (навіть мисливці-збиральники інколи потребують медикаментів та інших сучасних предметів першої потреби), більшу частину часу він живе традиційним життям гадзабе біля озера Еясі. На практиці це означає, що все він робить своїми руками, за винятком кількох металевих предметів: сокири, ножа і дрібних шматків металу, які вони вставляють у кінчики стріл. Пожити разом із гадзабе означає повернутися до стародавнього трибу життя, у якому термін «самодостатній» набуває нового сенсу. Вони мають велетенський запас знань із природничої історії, зокрема про рослини, які можна їсти або які містять сильну отруту, яку можна використати, щоб уполювати велику дичину; як з'ясовувати вид, вік і навіть стать тварини із її слідів; як розрізняти птахів за їхнім співом тощо. Хлопчики племені вчаться виготовляти стріли, старанно розпрямляючи дібрані гілки шляхом нагрівання на вогні та згинаючи їх зубами; потім вони вчаться стріляти, доки не почнуть влучати в ціль із убивчою точністю. Вечори гадзабе проводять, зібравшись довкола невеликого багаття, у переповіданні історій про недавні полювання та стародавніх легенд. Ці билиці й небилиці оживлюються спеціальними інтонаціями, звуковими ефектами та жартами. Це був багатий і розмаїтий досвід, а через кілька днів життя з ними я відчув, як мене огорнув невимовний спокій, ніби тривоги й метушня сучасного життя скресли, не залишивши й сліду.

У мене виникло чудне відчуття, нібито я повернувся додому після довгої-довгої подорожі.

Для більшості з нас життя в таких умовах, як живуть гадзабе, просто немислиме. Так багато поколінь змінилося відтоді, як ми востаннє полювали і збирали їжу, що ми вже втратили вміння, неодмінні для виживання. Наш найближчий до справжнього полювання досвід – це вишукування місця для паркування на міській стоянці в годину пік або намагання дотягнутися до останнього морозива з шоколадними крихтами в холодильнику магазина. Проте цим не вичерпується життя людей на кшталт гадзабе, бо воно поєднує багато різних аспектів того, що означає бути людиною, та ґрунтується на застосуванні багатьох різних умінь. Хоча ми вважаємо себе багатозадачними, насправді виконувана більшістю з нас робота дуже фокусована. Хоч би що ми робили: цілий день вдивлялися в екран комп'ютера, сиділи на нарадах чи брали участь у конференц-дзвінках, встановлювали кухонну техніку, грали в професійний бейсбол чи керували вантажівкою, – наше життя обмежується вузьким спектром умінь. Можливо, саме тому проведення часу в колі гадзабе дало мені відчуття внутрішнього визволення, адже воно змушує нас наново відкривати в собі коштовний скарб давним-давно забутих здібностей.

Такий захопливий погляд на гадзабе суперечить усталеним культурним настановам. Одна з найбільших дискусій у соціальній теорії XIX сторіччя оберталася довкола питання, чи прогресивна соціальна еволюція. Інакше кажучи, чи є якась ціль у нашому житті і чи нинішні зусилля приведуть до світлішого майбуття? Ранні еволюціоністи уявляли життя яко довгий ланцюг буття, що тягнеться від одноклітинних організмів на нижніх щаблях до людей на верхніх яко кульмінації еволюційного процесу. Ба більше, навіть людей ділили на тих, хто досягнув певного рівня матеріальної культури («цивілізовані») та тих, хто так чи так відстав («нецивілізовані»). Впливовий соціальний теоретик XIX сторіччя Льюїс Морґан у своїй головній праці «Давнє суспільство», виданій 1877 року, описав три стадії культурної еволюції людства: дикунство, варварство та цивілізація. Дикунство пов'язувалося з мисливством і збиральництвом, тобто трибом життя людства на найдавніших стадіях його еволюції. Варварство, по суті, ототожнювалося із натуральним сільським господарством, яке практикувалося з часів неоліту. Нарешті, цивілізація передбачала розвинене сільське господарство, міські поселення, письмо та верховенство закону. Еволюційний підхід Морґана до людських культур помітно вплинув на Фридриха Енґельса, котрий,



Малюнок 30. Лук і стріли, якими користуються гадзабе

звісно, мав особливе уявлення про напрямок руху соціальної еволюції. Провідний мотив прогресивістських поглядів XIX сторіччя полягав у тому, що мета людства – досягти тієї форми цивілізації, яка існувала в Європі та інших «розвинених» суспільствах, а будь-які альтернативні триби життя – примітивні і небажані. Згідно з Морґаном, культурна еволюція неминуче рухатиметься такою траєкторією, а розвиненіші суспільства братимуть гору над тими, які застрягли на попередніх стадіях.

Одна за одною хвилі рільників та колоніальних європейських поселенців відбирали у гадзабе землі, витісняючи їх у дрібні анклави, де сьогодні менше ніж дві тисячі уцілілих представників народу ледь-ледь животіють. Відсутність у них рільництва, земельної власності, складних знарядь праці та грошей наводилися як аргументи, щоб їх завоювати і цивілізувати. У них відбирали й направляли до місіонерських шкіл дітей, міняли їм імена (справжнє ім'я Джуліуса було !Ум!ум!уме – знак оклику позначає клацальний звук, схожий на той, який ми робимо, коли присоромлюємо дитину), їхню культуру виставляли як відсталу й не гідну збереження, а їхню землю танзанійський уряд передавав іншим людям. Завдяки піднесенню культурного релятивізму в антропологічній науці XX сторіччя все розмаїття людських культур здобуло рівноправ'я, але ця зміна в поглядах прийшла занадто пізно для гадзабе та інших мисливсько-збиральницьких груп із різних частин світу, які вже зазнали непоправної шкоди. Сьогодні навіть якщо вони зберігають традиційний триб життя, то лише зі свідомих міркувань, стаючи живими музейними експонатами як нагадування про колишню культуру або заради туристичних доларів.

В інших частинах книжки ми вже зупинялися на тому, як і чому відбувся культурний перехід від мисливства та збиральництва, а також які наслідки він мав для наших тіл, суспільства та планети. В останній частині я зосереджуся на тонших і менш зліченних матеріях: його наслідках для нашого «морального компаса». Як означити моральність у складному світі сьогодення? Чи можна навчитися чомусь у народів на кшталт гадзабе, які живуть за межами провідної артерії сучасного суспільства так само, як наші пращури протягом багатьох мільйонів років еволюції нашого мозку та норм поведінки? Певна річ, на такі питання легкої відповіді не буває, бо вони переплетені з багатьма заплутаними філософськими ідеями. Втім, варто спробувати поглянути на виникнення наших моральних систем із еволюційної перспективи. Багато людей на вулицях скажуть, що сучасному суспільству бракує моральності. Якщо справді

так, то як ми дійшли до такого стану? Достатньо пригадати події 11 вересня 2001 року, аби усвідомити, що щось десь не так.

Одна з великих проблем цього століття – повернути наш моральний компас у позитивному й стійкому напрямку, водночас даючи раду технологічному поступу в таких науках, як генетика і наслідкам глобального потепління. Вона ж, мабуть, найважча для розв'язання, якщо взагалі розв'язна з огляду на неймовірну кількість конкурентних інтерпретацій моральності. Філософи, релігійні лідери, письменники, правники та політики тисячоліттями ламали списи, намагаючись створити етичну систему координат, щоб люди знали, як жити, як відрізнити «добре» від «поганого» і як діяти у найбуденніших життєвих ситуаціях (пригадайте колонки порад у газетах і журналах). Намагатися розглянути всю царину етичних теорій, очевидно, не тільки неможливо, а й контрпродуктивно. Іноді корисно починати з чистої сторінки й спробувати реконструювати шлях, яким ми прибули до нинішнього стану, – інакше кажучи, вдатися до науково-історичного підходу до вельми сучасної проблеми. Тож почнімо з математичного моделювання.

В'ЯЗНІ, МЕТАЕТИКА Й ЖАДІБНІСТЬ

Теорія ігор – це галузь прикладної математики, яку в першій половині XX століття започаткував угорсько-американський математик Джон фон Нойман. У 1944 році разом із економістом Оскаром Морґенштерном він опублікував надзвичайно впливову книжку «Теорія ігор та економічної поведінки». Головний задум книжки – розглянути соціальні ситуації, формалізувавши їх яко «ігри», що можуть бути проаналізовані за допомогою математики. Відтоді цей підхід широко застосовували не тільки в економіці, а й у інших суспільних та біологічних науках. Фактично це один із найвпливовіших доробків математики за XX сторіччя.

Одна з класичних проблем, яку вивчають представники теорії ігор, була сформульована в 1950-ті роки. Відома під назвою «дилема в'язня», ця проблема задає точку відліку для вивчення витоків моралі. Сценарій проблеми такий: двох підозрюваних заарештували за злочин, який вони, можливо, скоїли, і кинули до окремих камер. Поліція не має достатніх доказів, щоб довести вину, але, тримаючи їх окремо протягом слідства, вона розраховує домогтися, щоб один в'язень зрадив іншого. Якщо так станеться, зрадника випустять, а зраджений отримає десять років за ґратами. Якщо обоє видадуть

один одного, то кожен отримає п'ять років за ґратами. Якщо ж, з іншого боку, жоден не видасть іншого, то кожен отримає лише шість місяців за ґратами. Як їм варто вчинити в раціонально організованому світі?

Скрупульозний математичний розбір ситуації показує, що найраціональніша стратегія для кожного в'язня – видати іншого, бо в такому разі зберігатиметься шанс, що інший не видасть тебе, тож ти вийдеш на волю. Цей варіант відомий яко *класична* дилема в'язня. Якщо ж, з іншого боку, гра послідовно програється багато разів, вона називається *повторюваною* дилемою в'язня. Якщо в'язням відомо, що гра повториться лише визначену кількість разів, то найкращим розв'язком проблеми для кожного з них все ще буде видати іншого. Але якщо кількість повторів невідома, більший успіх приносить нова стратегія: коли кожен гравець не видає іншого, тож кожен проводить за ґратами шість місяців. Говорячи на жаргоні теорії ігор, в еволюційному плані слушною стає співпраця, оскільки ви не знаєте, скільки ще разів у майбутньому доведеться грати, а якщо ви зраджуєте іншого в'язня в поточному раунді, він або вона негайно вас зрадить у наступному.

Звісно, така проста гра надміру спрощує соціальні взаємодії людей, зате дає інструмент для анатомічного розтину того, що ми маємо на увазі під «добрим», – інакше кажучи, як можна означити моральність і як уперше з'явилися уявлення про добре та погане. У випадку в'язнів кожен із них знає, що є шанс, що будь-якої миті його або її видасть інший, і що це може викликати помсту в наступному раунді. Фактично страх помсти стримує базові інстинкти гравців. Зрештою, краще провести шість місяців за ґратами, ніж 5 чи 10 років, хай навіть для цього доведеться відмовитися від шансу відразу вийти на волю. Такий підхід до поняття співпраці вперше окреслив Платон у діалозі «Держава», ще й гадки не маючи про «дилему в'язня». В другій книзі один із персонажів – Главкон – описує зародження моралі яко компроміс між бажання вчинити кривду – видати, у ситуації «дилеми в'язня» – і знанням, що кривда може спіткати тебе самого. Цей підхід контрастував із поглядами Сократа, котрий вважав, що людина наділена вродженим бажанням справедливості, тобто моральності, навіть за відсутності загрози покарання.

Ці два протиборчі погляди на мораль багато разів обговорювалися з часів Платона, але жоден так і не здобув перемоги. Метаетика – це галузь філософії, яка шукає відповіді на питання про походження моралі та належну поведінку в різних ситуаціях. Приміром, етична

поведінка означується відносно конкретного суспільства чи існують універсалії, які вважає моральними кожен? Зрозуміло, що в цій частині книжки немає змоги розглянути всю історію пошуку пояснення моралі, але не викликає сумніву наявність певних універсалій, які, цілком можливо, є розширеннями головоломок на кшталт «дилеми в'язня». В людському суспільстві ніхто не є абсолютно вільним суб'єктом; наші дії завжди справляють вплив на інших. Більшість законів у сучасних секулярних суспільствах базуються на цьому засновку, а людям виноситься покарання, якщо їхні дії зазіхають на життя інших: за вбивства, насильство, крадіжку або інші вчинки, які збільшують імовірність таких подій (наприклад, подвійне перевищення швидкості в стані алкогольного сп'янінні).

Релігія також направляє людей щодо цих самих етичних питань, почасти означуючи моральність яко уникання забороненої поведінки, тобто гріха. Крім убивства, більшість релігій забороняють перелюбство, жадібність тощо. Католицька церква виділяє сім смертних гріхів: лінощі, хтивість, гнів, обжерливість, жадібність, заздрість і гординю. Якщо їх добре просіяти, то можна згрупувати в чотири основні категорії: ледарювання, похіть, злість і бажання більшого, ніж маєш.

Перші три хоч і вважалися важливими, не здобували такої уваги, як четверта категорія, на яку припадає відразу три гріхи, зокрема той, який вважався найгіршим, – гординя. А зараз подумайте про таке: хотіти більшого, ніж маєш – це ж центральний мотив сучасного життя. Без нього ми би досі сиділи довкола багаття десь у савані. Нице кредо персонажа фільму «Вол-стрит» Ґордона Ґеко «жадібність – це добро» могло з'явитися лише в суспільстві, в якому можливо нагромаджувати надлишки, – інакше кажучи, в сільськогосподарських суспільствах на кшталт того, в якому ми живемо останні 10 тисяч років. У світі мисливців-збиральників надлишків не існувало, бо кожен мав лише те, що він потребував, а нагромадження не мало сенсу. Для чого вбивати більше тварин, ніж можеш з'їсти, якщо в такому разі м'ясо просто зіпсується? Зате в суспільствах, де ресурси обмежені, нагромадження надлишків стає бажаним, бо в такий спосіб можна гарантувати собі та своїй родині доступ до цих ресурсів у майбутньому. Перебиватися то однією низькооплачуваною роботою, то іншою, жити від зарплати до зарплати – не такого життя більшість із нас побажає собі та своїм дітям. Але, по суті, таким і є життя мисливців-збиральників, яким жили наші пращури, бо вони завжди в прийнятних межах певні, що зможуть знайти вдосталь ресурсів, неодмінних для прожиття.

Французький філософ і суспільствознавець XVIII сторіччя Жан-Жак Русо найбільше уславився своїм описом первісних народів (та всього людства в далекому минулому), які живуть у блаженному стані – з цієї думки розвинувся термін «шляхетний дикун». Русо вважав, що люди від природи добрі, але їх псує суспільство. Фридрих Енґельс підтримав, по суті, цю саму позицію. За ними пішли інші вчені. Їхня ідея полягала в тому, що якщо ми зуміємо повернутися до природного стану (хоч би яким він був), усі наші проблеми відпадуть, ба навіть зникне потреба в підтриманні правопорядку за допомогою сили. Протилежний погляд висловив Томас Гобс, описуючи Левіафана. Згідно з Гобсом, державна машина пом'якшила «безпросвітне, тупе і коротке» життя дикунів.

Цілі два століття ці два протилежні погляди на людство суперничали між собою, але жоден так і не переміг. В 1960-ті роки під впливом опозиційної контркультури популярності зажили погляди Русо. На впливовій конференції «Людина-мисливець», що відбулася в Чикаґо 1966 року, більшість дискусій зосередилася на способі життя мисливців-збиральників. Саме там Маршал Салінз запропонував термін «первинне суспільство достатку», яким відобразив той факт, що мисливці-збиральники мали все, що потребували – хай навіть не в надлишку, – а працювали значно менше, ніж більшість мешканців сучасного Заходу, завдяки чому мали вдосталь найголовнішого – вільного часу.

Висновки Салінза критикували за відносно малу вибірку, на яких вони базувалися, та за те, що його антропологічні спостереження були мінімальними і, можливо, упередженими. В наш час панує протилежна думка, а погляди Русо часто зображують як наївні. Антропологи спробували показати, що первісні народи мали не менший потенціал до аморальності (назвімо це так за браком кращого терміна) за сучасну цивілізацію. Лоренс Кілі у книжці «Війна до цивілізації» зібрав разючий масив інформації про насилля в первісних народів, з'ясувавши, що війна була повсюдним явищем. Він обґрунтував свою думку статистичними даними, продемонструвавши, що велика частка людей у первісних групах помирала насильницькою смертю внаслідок міжгрупових зіткнень. Скажімо, в народу дані, який живе в новоґвінейських високогір'ях, один чоловік із трьох гине від чужих рук. Навіть найкривавіші війни XX століття зазвичай не знищували більше 10% дорослих чоловіків у будь-якій утягнутій країні (нацистська Німеччина і Радянський Союз періоду Другої світової війни – помітні винятки), а в сучасного пересічного американського чоловіка шанси загинути від рук убивці становлять

приблизно одну соту. Тож Кілі зробив висновок, що первісні народи явно не жили в блаженному стані.

В своєму аналізі Лоренс Кілі часто згруповує всі доіндустріальні суспільства в одну категорію, попри відмінності в їхніх способах прожиття. Проте якщо розглянути війну лише в суспільствах мисливців-збирачів, його аргументи слабнуть. Як зазначає він сам у книжці, антрополог Кейт Отербайн зібрав інформацію про п'ятдесят суспільств із різних частин світу і порівняв їх на основі їхнього трибу життя. Найвища частота воєн спостерігалася в народів, які жили з рільництва і скотарства: понад 90% із них постійно або принаймні часто вели війни. Серед суспільств, які «рідко або ніколи» не вели воєн, більшість становили мисливці-збиральники: 30% охоплених дослідженням мисливсько-збиральницьких груп потрапили до цієї категорії. Хоча невелика кількість розглянутих груп ставить під сумнів значущість зазначених відмінностей, самé дослідження наштовхує на роздуми. Порівняння ускладнюється ще й тим, що в світі лишилося небагато мисливців-збиральників, які зазвичай живуть на маргінальних землях, куди їх витіснили навколишні сільськогосподарські народи. Тож сучасні мисливці-збиральники навряд чи живуть у своєму природному стані.

Можливість глибше зазирнути в моральність мисливців-збиральників дає нам народ моріорі, який замешкував Чатемські острови у південній частині Тихого океану і пропонує цікавий приклад того, які наслідки може мати спосіб прожиття для застосування насилля. Як відгалуження відомішого народу маорі, що мешкав на захід від них на Новій Зеландії (цей полінезійський народ уславився своїми запеклими міжплемінними війнами), моріорі, вважається, переселилися на Чатеми близько 1500 року н.е. Проте острови виявилися непридатними для звичайних полінезійських сільськогосподарських культур, що їх вирощували рільники маорі, тому моріорі повернулися до мисливства й збиральництва, живучи з рясних прибережних ресурсів свого архіпелагу. З плином часу їхня культура, що, мабуть, попервах була так само войовничою, як у маорі, змінилася. Вони стали переконаними миролюбами, розв'язуючи суперечки за допомогою ритуалізованих бійок і обговорень, позаяк війна не мала сенсу на їхній новій батьківщині із новим трибом життя. 1791 року британці анексували їхні землі, а 1855 року майже тисяча маорі, прибувши на британських кораблях, вирізала дві тисячі моріорі, які, згідно з оцінками, замешкували острови. По суті, моріорі були знищені яко народ: через одне покоління від них лишалося близько

сотні представників, завойованих значно войовничішим спорідненим народом рільників, якому посприяли європейські хвороби.

Можливо, моріорі – лише окремий випадок, місцева чудасія. Проте в Частині другій ми вже переконалися, що суспільства зазвичай втягуються у війни, коли ресурси обмежені, і за них ведеться напружене змагання. Для мисливців-збиральників така ситуація нетипова, за умови, що вони не потрапили в незвичну ситуацію, як мешканці Джебель Сагаба в Нубії, котрі жили з річкової риболовлі в дедалі посушливішому довкіллі. Впродовж більшої частини історії людства ресурси не були обмеженими, а людство розселялося по всьому світу. З появою агрокультури відбулося зростання густоти населення, яке означало, що часи легкого доступу безповоротно минули; якщо у вас виникне бажання або потреба в більшій кількості харчу, потрібно інвестувати значні зусилля, щоб виростити його. Догляд за посівами, підтримання в робочому стані зрошувальних систем, зведення постійних поселень – все це означало, що на карту було поставлено забагато, аби можна було просто піти й вибрати інше місце для життя, а отже, вкладені в нажите зусилля робили це нажите вартим боротьби. Започаткувавши новий спосіб життя у відповідь на зміну клімату, яка ускладнила мисливство та збиральництво, ми відтак створили новий набір конкурентних викликів.

Ясна річ, я не захищаю повернення до мисливсько-збиральницького способу життя, а лише вказую, що від своїх пращурів ми можемо дещо довідатися про стан сучасного суспільства. Деякі люди, розчаровані імперативом постійної праці й нагромадження, що є невід'ємним для сучасного життя, зробили вибір на користь життя за межами системи або навіть зайнялися активним бунтарством. Життєвий принцип, відомий за фразою Тимоті Лірі «увімкнись, налаштуйся й відлети», виголошеною в 1960-ті роки, є всього-навсього одним із свіжих прикладів такого роду протесту. Першими противниками модернізації й індустріальної доби ще на початку 1800-х років були лудити – англійські ремісники, які руйнували машинне обладнання фабрик для збереження своїх робочих місць і традиційного трибу життя. Менш войовничим був романтизм XIX сторіччя, який спирався на погляди Русо й обстоював повернення до природи та простіших часів. Марксисти й ленініст прийняли модернізацію, але не капіталістичну економічну систему, яка породила її. Аміші й інші релігійні групи, які обрали життя осторонь головної течії західного суспільства, свідомо бунтують проти того, що вважають згубними впливами технології та інших компонентів сучасності. Антиглобалісти своїми протестами оплакують знищення

локальних бізнесів підамериканським культурним молохом, а рух Слоуфуд* закликає нас споживати прості харчі місцевого виробництва, які не несуть у собі шкідливих наслідків фастфуду ресторанів «McDonald's» та «KFC». Усі ці рухи попри їхню особливу спрямованість сформувалися у відповідь на те, що їхні учасники вважали загрозами сучасності.

Протягом останнього півстоліття народилася ще одна антипрогресивістська течія, значно поширеніша й потенційно небезпечніша за стриманіші рухи минулого: фундаменталізм. Поставши в середині XX століття як в ісламі, так і в християнстві, фундаменталізм ставав дедалі помітнішим гравцем у політичних дебатах по всьому світу. Це породження відчаю та гніву, підхоплене харизматичними лідерами, стало ліхтарем, на який злітаються люди, які почуваються покинутими сучасним світом, бо він висуває альтернативну версію належного способу життя. Його піднесення та значення для майбутнього буде нашим наступним пунктом призначення.

ФУНДАМЕНТАЛІЗМ

Протягом 1950-х років Єгипет зазнав безпрецедентних трансформацій. Пробувши недовго під час і після Першої світової війни у складі Британської імперії та ще тридцять років після проголошення «незалежності» в 1922 році фактичним сателітом Британії, він нарешті взяв своє політичне майбутнє у власні руки 1952 року, коли група армійських офіцерів під орудою Ґамаль Абдель Насера за допомогою державного перевороту повалила чинний уряд. Останнього надихнули успіхи Радянського Союзу, тож він негайно взявся перетворювати Єгипет на соціалістичний манер. Зокрема в його наміри входила секуляризація єгипетського суспільства. Хоча новий режим формально визнавав себе ісламським, Насер і його уряд послідовно дотримувалися відокремлення мулли від держави. Іслам вирішили відсторонити від першочергових цілей розвитку вздовж світських соціалістичних рейок.

Усе це відбувалося тоді, коли арабський світ почувався ослабленим унаслідок створення Держави Ізраїль у 1948 році. Єврейська держава, яка займала одне з найсвятіших міст ісламу – цього багато мусульман не могли пробачити, а її створення в арабському світі прозвали «катастрофою». Ізраїльтяни виграли арабо-ізраїльську вій-

* *Англ.* «повільна їжа» – на противагу «фастфуду» («швидкій їжі»).

ну, яка розгорілася відразу після проголошення ними незалежності, тим самим ще глибше зачепивши колективне его ісламу. На тлі цих подій мусульмани почали шукати альтернатив.

В 1920-ті роки, коли Єгипет перебував у занепаді, було засновано культурну групу «Брати-мусульмани», яка станом на кінець 1940-х років налічувала мільйони членів і розрослася в могутній синтез професійної спілки, культурної організації та політичної партії, чий вплив проймав кожен аспект єгипетського життя. «Брати-мусульмани» обстоювали філософію, яка вимагала жорсткого, всебічного дотримання заповідей ісламу – не просто виконувати обряди на кшталт моління п'ять разів на день та здійснення хаджу, а жити по-ісламськи. Наполягаючи на впровадженні шаріату (релігійного права), «Брати-мусульмани» нажили багатьох ворогів у єгипетському уряді. Не будучи заснованою на насильницьких принципах, а просто як освітня організація, що ставила за мету поширення ісламського слова, з плином часу вона ставала дедалі войовничішою. 1949 року один із її членів убив прем'єр-міністра Єгипту, що викликало відплату у вигляді вбивства урядовими силами засновника організації Гасана аль-Бані.

Саїд Кутуб, єгипетський письменник і літературознавець, вступив до лав «Братів-мусульман» 1953 року в 47-річному віці. На цей час уряд Насера вже заборонив організацію, силкуючись секуляризувати країну. Кутуб опинився серед багатьох братів-мусульман, яких кинули за ґрати протягом 1950-х років, отримавши в 1954 році п'ятнадцять років каторги. Період ув'язнення, ясна річ, міцно закарбувався в його свідомості, але замість відкрито бунтувати або розчаруватися і зламатися, Кутуб відповів за допомогою найгрізнішої зброї в'язня: пера. Перебуваючи за ґратами, він написав дві книжки, які здобудуть величезний вплив у ісламському світі: коментарі до Корану та «Віхи». Якщо перша становила вчений, багатотомний трактат, то остання була написана яко маніфест.

У «Віхах», опублікованих 1964 року, Кутуб стверджував, що настав час для ісламу повернути собі панування яко світової релігії. Причиною занепаду ісламу він вважав те, що мусульмани впали в джахілію, тобто нехтування Бога; інакше кажучи, до занепаду призвів секуляризм. Єдиний шлях зупинити занепад – повністю повернутися до ісламського трибу життя: дотримуватися шаріату та відкинути джахілію. Цього частково можна досягти за допомогою джихаду (зусиль) – священної війни проти згубного секуляризму.

Кутуб перегорнув нову сторінку в історії ісламу, зосередившись на джихаді; так само новаторськими були його методи, які він про-

понував для визволення мусульман. Із часів Мухамеда мусульмани вели постійну боротьбу в ім'я релігії, з якою пов'язані разючі територіальні здобутки його послідовників на Близькому Сході та в Північній Африці за його життя та відразу по його кончині. Проте така боротьба ніколи не була першочерговою метою, або заповіддю, їхньої релігії. Натомість Кутуб наново витлумачив традиційний іслам відповідно до умов сучасного світу, надавши йому нової спрямованості. Як ленінське тлумачення марксизму було використане для обґрунтування російської революції, Кутуб сподівався, що його творчість приведе до ісламської революції.

У книжці з історії фундаменталізму «Битва за Бога» Карен Армстронг описала протистояння між двома протиборчими сферами думки, які панують у світогляді людства, либонь, із часу зародження нашого виду десятки тисяч років тому. Міфос – це містичний спосіб світобачення, який орієнтується на осягнення смислу через значущі події. А логос (це грецьке слово дало корінь слову «логіка») – це сфера раціоналізму, науки і просвітницької думки. Міфос полягає в прийнятті духовних аспектів світу, а логос зосереджується на сумніві та розумінні. Впродовж тисяч років людські суспільства поєднували аспекти обох сфер думки, але протягом останніх кількох століть логос вирвався вперед. Він підтримує наукову думку, подарував нам дива сучасних технологій і забезпечив небачений рівень добробуту. Під час свого тріумфального сходження, на думку багатьох, логос зруйнував чимало одвічних істин, які сповнювали сенсом життя багатьох людей. Такої думки дотримувався і Кутуб, але зробив у ній новий поворот: він хотів застосувати методи логосу, щоб досягти цілей міфосу. Інакше кажучи, розв'язати проблему занепаду ісламу та піднесення глобальної джахілії він пропонував за допомогою джихаду.

Паралельно з тим, як Кутубові погляди гриміли ісламським світом, багато американців відчували втрату міфосу в своєму житті. Шоком для багатьох стали соціальні заворушення 1960-х років, у яких відкидалися традиційні християнські родинні цінності. Піднесення християнського фундаменталізму в Сполучених Штатах навіть більшою мірою, ніж поширення Кутубового вченого маніфесту, демонструвало застосування мислення в дусі логосу для розв'язання проблеми міфосу. На чолі цього руху став Джері Фолвел – священик із Півдня, який 1956 року заснував свій релігійний осередок – баптистську церкву на Томас Роуд у Лінчбурзі (штат Вірджинія). Скориставшись потенціалом нових засобів масової комунікації – радіо й телебачення, – Джері Фолвел невдовзі став відомим мільйонам

громадян країни. Згідно з Карен Армстронг, 40% американських домогосподарств протягом 1960–1970-х років перемикали свої приймачі на його передачі. Логос сучасної технології використовувався в новаторський спосіб для мобілізації консервативного суспільного руху, який ставив за мету повернення релігії, тобто міфосу, належного місця в центрі суспільного життя.

Протягом 1970-х років естафету від Фолвела підхопили Пет Робертсон та Джим і Темі Фей Бекер. Вотерґейтський скандал, принизливе виведення військ із В'єтнаму, нафтова криза 1970-х років та криза іранських заручників – всі ці події підривали впевненість американців, що їхня країна на правильному шляху. На момент президентських виборів 1980 року багато людей вважали, що настав час для повернення релігії в політичний процес. 1979 року Фолвел заснував релігійно-політичну організацію під назвою «Моральна більшість», яку успішно загітував собі в підтримку Роналд Рейґан, кінець кінцем здобувши незаперечну перемогу з 489 голосами колегії виборців проти 49 в Джимі Картера. З тих пір Республіканська партія, яка традиційно вважалася партією промислового Північного Сходу та великого бізнесу, уклала союз із селянським Півднем, родинними цінностями та «Моральною більшістю» Фолвела, а релігія посіла визначне місце на американській політичній арені, якого їй раніше не вдавалося досягти.

Протягом 1980-х років поняття «джихаду» та «родинних цінностей» досягли консолідації та формалізації в ісламській і американській сферах впливу. Фундаменталісти ісламського штибу під впливом зразка, запропонованого їм аятолою Хомейні, та Іранської ісламської революції 1979 року вдалися до бойових методів. Хоча в складі різних арабських організацій завжди були радикальні угруповання, які займалися політичними вбивствами, вони зазвичай боролися за політичну владу або територіальні здобутки, тому їхніми мішенями переважно ставали найпомітніші представники ворожого табору. Проте нове тлумачення джихаду передбачало ширше розуміння боротьби. Група під назвою «Ісламський джихад» гучно заявила про себе в 1983 році, взявши відповідальність за підрив казарм американських миротворців та підрив американського посольства в Бейруті. Багато особливостей її організації згодом перейняла ліванська група «Хізбала». У 1987 році з'явився «ХАМАС» – радикальне палестинське відгалуження «Братів-мусульман», яке прагне створення незалежної Палестинської держави. Найгорезвісніша в минулому десятилітті ісламська терористична організація «Аль-Каїда» виникла 1988 року як побічний наслідок фінансованої з ЦРУ війни

в Афганістані, позаяк багато моджахедів прагнули продовжувати боротьбу проти немусульман в інших частинах ісламського світу, зокрема в Ізраїлі.

«Аль-Каїда» особливо глибоко засвоїла ідеї Саїда Кутуба, оскільки навіть значна частина риторики Осами бен Ладен походила безпосередньо з його творів. Вербувальні матеріали організації спираються на радикальну інтерпретацію ісламу, дуже далеку від релігії, якої дотримується переважна більшість мусульман світу. Ця відмінність дає «Аль-Каїді» привід вбивати їх в ім'я джихаду: мусульман, які не дотримуються крайньої форми ісламу, за яку бореться «Аль-Каїда», вважають такфірами – невірними грішниками, котрі фактично зрікаються свого віросповідання. Така практика походить із творів Кутуба, котрий допускав убивати цих людей заради джихаду.

Історія фундаменталізму допоможе зрозуміти, як ми опинилися в сучасному страхітливому становищі. Американська релігійна правиця, яка вбиває лікарів, що працюють у клініках переривання вагітності; «Аль-Каїда», яка користується бомбами й викраденими літаками, щоб убивати тисячі людей, ведучи всесвітню війну проти західного секуляризму; «Аум Синрикьо», яка вбиває десятки людей і завдає фізичних ушкоджень ще більшій кількості в токійському метрополітені – все це здається нелюдськими вчинками схиблених бузувірів, які не здатні відокремити правду від кривди, але такий діагноз надміру спрощує ситуацію. Масове вбивство будь-якого роду можливе тому, що людські обличчя жертв відокремлюються від акту вбивства; проте на відміну від попередніх рухів, які пропонували насильницькі розв'язки соціальних проблем, скажімо, Організація визволення Палестини або Ірландська республіканська армія, котрі переслідували територіальні цілі, сьогоднішні насильницькі фундаменталістські рухи вважають, що виконують волю Божу, яка наділяє їх відчуттям вищої мети. Успіх у їхньому тлумаченні розуміється не просто яко досягнення найближчих цілей на кшталт політичної автономії, а яко зміна світового порядку в ім'я Бога. Хоч якими божевільними ці мотиви виглядають ззовні, не божевілля живить тероризм у фундаменталістському світі, а радше відчуття богоданої впевненості у моральній праведності власних дій.

Певна річ, більшість фундаменталістів ніколи не скоїть терористичних актів, але їхні повсякденні рішення сприяють консолідації опозиції проти ліберального секуляризму. Гарним прикладом може правити боротьба за теорію еволюції в Сполучених Штатах. Коли Чарлз Дарвін 1859 року вперше висунув теорію еволюції шляхом природного добору, вона зіткнулася з повсюдним опором із боку

релігійного істеблішменту. Єпископ Сем'юел Вілберфорс, який у 1860 році вів знамениту полеміку з приводу еволюції з палким прибічником Дарвіна Томасом Генрі Гакслі, знущався над думкою про походження людини від мавпи, але його позиція в кінцевому підсумку програла боротьбу за прихильників. На початок XX сторіччя Дарвінову теорію еволюції широко підтримували – почасти завдяки її викривленню прибічниками «соціального дарвінізму», які з її допомогою виправдовували виснажливу економічну конкуренцію вікторіанської доби. Хоча знаменитий судовий процес «штат Тенесі проти Джона Скоупса», відомий яко «мавпячий процес», 1926 року на короткий час привернув увагу загалу до антиеволюціоністської думки, подальша Велика депресія, Друга світова війна та ростуче значення науки в часи «холодної війни» стерли цю фундаменталістську реакцію. Ухвала Верховного суду 1968 року, яка скасовувала закон штату Арканзас, що забороняв викладання теорії еволюції в школах, фактично поклала край дискусії на ціле десятиліття.

Протягом 1980-х років охоплені радістю перемоги Роналда Рейґана на президентських виборах та супровідним піднесенням «Моральної більшості» прибічники антиеволюціоністських поглядів почали відновлювати сили, здобуваючи підтримку громадськості, втрачену за секулярної середини XX століття. В 2006 році було проведене опитування для з'ясування ставлення громадськості світу до теорії еволюції. Згідно з його результатами, близько 80% людей у провідних європейських країнах та Японії приймали теорію еволюції, а в Сполучених Штатах аналогічний показник становив лише 40%. Серед тридцяти чотирьох країн, які охоплювало обстеження, лише Туреччина з її 25% мала нижчий показник за США. Результати опитування в США засвідчили погіршення ситуації порівняно з 45% в 1985 році, а кількість людей, які «не визначилися» щодо теорії еволюції, зросла протягом 1985–2006 років із 7 до 21%. Як зазначив один із організаторів дослідження Джон Мілер із Мічиґанського державного університету, «американський протестантизм більш фундаменталістський за інші фундаменталізми, хіба за винятком ісламського».

Кілька минулих десятиліть беззаперечно стали часом безпрецедентного піднесення фундаменталістських настроїв, коли люди все більш почувалися викинутими із секулярного майбутнього. За словами Стивена Улфа з Джеймстаунської фундації – аналітичного центру, який займається питаннями тероризму, – щонайменше 60% матеріалів на веб-сайтах «Ісламського джихаду» присвячені ідеологічним та культурним справам, а не прагматичним питан-

ням. В інтерв'ю журналу «Economist» він зауважив, що моджахеди ведуть не стільки війну проти Заходу, скільки «громадянську війну за помисли мусульманської молоді». Американські фундаменталісти аналогічно розглядають свою боротьбу в контексті війни з силами секулярного гуманізму за серця й помисли американців. Згідно з веб-сайтом «Моральної більшості», вони планують «мобілізувати людей віри, щоб наново здобути цю велику країну». Обидва рухи, прагнучи повернути золотий вік релігійного міфосу, дедалі частіше послуговуються методами логосу, щоб мобілізувати людей собі на підтримку. Силкуючись повернути минулі часи, коли, на їхню думку, панувала первозданна чистота, фундаменталісти використовують сучасні технології, аби догукатися до більшої кількості людей.

Кількасот років тому наш світ складався із окремих планет, кожна з яких мала свою культуру. На одних (приміром, Південна Америка й Африка) панував міфос: наріжним каменем тамтешніх суспільств виступали релігія і традиція. Інші (приміром, у Західній Європі) нестримно рухалися до утвердження логосу. Протягом кількох потомних століть ці раніш відокремлені планети ввійшли в переважно бурхливий контакт, унаслідок якого постав сучасний світ панування логосу. Культури, які шукали порятунку в міфосі, опинилися на узбіччі історії або під владою завойовника, а їхню людність навернули до секуляризму. В піднесенні фундаменталізму за останні півсторіччя проявляються спроби деяких людей, які потерпають від утрати міфосу, повернути його в життя. Однією з провідних особливостей фундаменталістських учень (хоч би на які релігійні джерела вони спиралися) є сепаратизм – бажання побудувати альтернативну культуру за межами головної течії сучасного життя.

Світ, мабуть, завжди був балканізований у такий спосіб. Цей поділ дає змогу нам орієнтуватися в силі-силенній людей, з якими ми співживемо в сучасному суспільстві. Американський плавильний котел ніколи не зупинявся, а «дефісні» назви американців (афроамериканці, італо-американці тощо) завжди були частиною норми. Сьогоднішній світ значно мобільніший, ніж учорашній, а культури в ньому змішуються набагато доскональніше, ніж раніше. Перекрутіть годинник на кілька століть у минуле – до початку Великих географічних відкриттів – і ви опинитеся в зовсім іншому місці. Станом на 1500 рік у світі функціонувало близько 15 тисяч мов на противагу 6 тисячам, які вціліли до сьогодні і кількість яких до кінця століття, вочевидь, скотиться до менш ніж 3 тисяч. Це один із показників наступу глобалізації, яка дедалі швидше зливає колись ізольовані групи світу в один глобальний плавильний котел.

Бажання знайти собі затишну спільноту в приголомшливій демографічній какофонії сучасного світу не нове. Його вигадали не фундаменталісти; його ми переслідуємо повсякчас навіть у найсучасніших контекстах.

МИСЛИВЦІ-ЗБИРАЛЬНИКИ В ФЕЙСБУЦІ

Одне із занять, яким я люблю насолоджуватися в Інтернеті – ділитися інформацією про себе із невеликою групою друзів на Фейсбуці. Оновлення статусу – це завжди можливість продемонструвати кмітливість, дотепність або оригінальність, водночас повідомляючи друзям, чим займаєшся. Якщо додати до цього можливість завантажувати фотографії та ділитися відео на «YouTube», цей сайт дає змогу викроїти собі місце в віртуальному просторі форуму, що значно затишніший за блоґ. Я далеко не єдиний шанувальник Фейсбуку: на початок 2010 року його користувачами були понад 400 мільйонів людей із більш ніж 180 країн. І при цьому кількість користувачів зростала на 10 мільйонів щомісяця. Цей сайт створив у 2003 році Марк Цукерберг, на той час студент Гарвардського університету, щоб не втрачати контакту зі своїми друзями зі студентської лави. Вибух популярності Фейсбуку був просто феноменальним. Якби він був країною, то третьою за розміром у світі, поступаючись лише Китаю й Індії. Але яка ж це незвичайна країна!

Фейсбук дає доступ до виставлених матеріалів лише друзям – людям, яких ви знаєте і з якими хочете ділитися інформацією. На відміну від реальної країни з сотнями мільйонів людей, ви не можете, просто гуляючи вулицями Фейсбуку, наштовхнутися на випадкових незнайомців. Насправді, так може статися, але такі випадкові зустрічі найпевніше будуть відкинуті – особа, якій пропонують дружити, натисне на «Відхилити». Довкола фейсбуківського етикету розвинулася ціла міні-індустрія того, чим бажано й небажано ділитися зі своєю спільнотою. Компрометаційні фотографії з вечірки на останніх вихідних? Мабуть, не найкраща ідея, а надто, якщо серед друзів є колеги з роботи. Береш участь у діяльності радикальних організацій? Мабуть, краще не згадувати. Саме поєднання можливості оприлюднювати деталі свого життя для групи друзів, водночас зберігаючи контроль над особистою інформацією робить Фейсбук та інші соціальні мережі Інтернету настільки популярними.

Перебуваючи на вістрі революції веб 2.0 із потужними серверами, що становлять його інфраструктуру, та вузькотематичними

напрямками, які можна знайти в його фан-клубах і фан-групах (хочете розповісти всім, як ви безмежно любите водорості?), Фейсбук разюче подібний до реального світу. Найпопулярніші сторінки на ньому присвячені Бараку Обамі (котрий, як добре відомо, використовував Фейсбук для підтримки своєї передвиборчої кампанії), «Кока-колі», «Нутелі», піці та телевізійному персонажеві Гомерові Симпсонові. Чільну двадцятку поповнюють поп-зірки, інші види їжі, а також персоналії кіно та спорту. В своєму фейсбуківському світі користувачі свідомо відтворюють ті аспекти, які вони люблять у реальному світі, наповнюючи свої віртуальні спільноти людьми й речами зі свого повсякдення.

Менш очевидний, але неспростовний аспект пов'язує славний новий світ Інтернету з нашим прадавнім мисливсько-збиральницьким життям. Середня кількість друзів користувача в Фейсбуці становить близько 130 осіб. Ця кількість близька до того числа, про яке ми дізналися в Частині четвертій – середньої кількості близьких знайомих, виведеної Робіном Данбаром із розміру людського неокортексу. Виходить, навіть у віртуальному світі, який дає змогу заводити тисячі, ба навіть мільйони «друзів», ми не маємо охоти розповідати такій великій кількості людей про свою пристрасть до китайської їжі або ділитися з ними фотографіями своїх дітей. Можливо, глибинний зв'язок між нашим мисливсько-збиральницьким мозком та світом, який ми створюємо онлайн, покаже нам шлях крізь ідеологічні хащі і приведе до нового міфосу в XXI столітті.

МЕНШОГО ВИМАГАЙ

Одного вечора біля багаття я запитав Джуліуса, що гадзабе роблять із тілами померлих – закопують чи спалюють? Він посміхнувся і похитав головою. «Ні, – пояснив він, – ми не закопуємо і не палимо тіла. Ми покидаємо їх просто неба у священному місці, щоб їх з'їли звірі – зазвичай гієни. Старійшини виконують коротку церемонію, і ми залишаємо їжу для небіжчика, щоб він дійшов до потойбічного світу. Через кілька місяців повертаємося за кістками і ховаємо їх у чагарниках. Земля, на якій ми живемо, переповнена залишками наших предків – вона єднає нас із ними».

Мене приголомшила простота його відповіді. Вся земля гадзабе – це поховальний майданчик. На ній немає окремого місця для мертвих. Вони й далі замешкують місцину, в якій жили. Почасти через це гадзабе відчувають дуже тісний зв'язок зі своєю землею.

Земля для них – не просто джерело засобів до прожиття, хоч ця її функція, безперечно, важлива. Земля й люди тут нероздільні – і ця нероздільність є суттю їхнього міфосу. Спроба відокремити їх від землі або залучити її в обробіток завдасть глибокої образи всьому світогляду гадзабе. Для них це було й залишається немислимим.

Багато традиційних культур світу відчувають такий близький зв'язок із землею, на якій живуть, але не так глибоко, як мисливці-збиральники. Рільник залежить від сприятливої погоди, щоб виріс добрий врожай, але міфос агрокультури в кінцевому підсумку пов'язаний із виробництвом і видобутком: якщо я посаджу насіння, догляну, захищу від шкідників і зберу врожай, то зможу прогодувати свою родину. За допомогою праці я роблю довкілля підконтрольним, завдяки чому вирощую вдосталь харчу для прожиття. Якщо земля втрачає родючість, я вирушу шукати нову. Для рільника земля – просто інструмент, засіб перетворення насіння на щось корисне. А вирубно-вогневе рільництво – найбільш кричущий підхід до землекористування.

Недолік такого міфосу, як підтвердить будь-який еколог, полягає в його непридатності на довгу мету. Кінець кінцем доба самоочевидного призначення добіжить кінця, коли вже не буде, куди переселятися. Зернята, з яких виросла Неолітична революція, вибуяли в масову навалу на ресурси планети, які безжально видобувалися й експлуатувалися, бо, по-перше, була така змога, а по-друге, вони вважались невичерпними. Проте на порозі XXI століття цей старовинний міфос втрачає ґрунт під собою, як ми переконалися в попередній частині. Мірою зростання дефіцитності ресурсів їх нестача ставить під сумнів дідівські моделі розвитку та прогресу.

Разом із тим реакція на поступальну втрату міфосу вилилася в тяжіння до фундаменталізму в ісламському світі та в Сполучених Штатах. Втрата культурних традицій створює в багатьох людей відчуття покинутості й визиску – своєрідного людського аналогу наших спустошених екосистем. Логос, безперечно, здатен неперевершено пояснювати, *як* щось відбулося, але значно гірше відповідає на питання, *чому*. Людям потрібні такого роду пояснення, щоб розуміти світ: якщо ми не знаємо про існування науки або не приймаємо пропонований нею світогляд, то вигадуємо релігійні або міфологічні пояснення. Сонце сходить щодня тому, що земля обертається довкола своєї осі, чи тому, що боги зглянулися на нас і подарували нам життєдайні промені? Відповідь залежить від культури, в якій ви виросли.

Я не захищаю повернення до фундаменталізму і не пропоную кидати плуги й братися за лук із стрілами. Проте я переконаний, що нинішній культурний конфлікт повинен змусити обидва табори переглянути свої основоположні засади. Сучасний секулярний Захід повинен задуматися, що живить полум'я фундаменталізму, а послідовникам джихаду слід поміркувати, чи виправдана їхня війна. Фундаменталізм, у кінцевому підсумку, може існувати лише в опозиції проти чогось; це протестний рух. Якщо немає проти чого протестувати, він втрачає свій raison d'être*.

Як ми можемо заохотити такий збіг? Шотландський філософ Дейвід Г'юм зазначав, що *наявне* не тотожне *належному*, бо *змога* зробити щось, не означає, що вам *слід* це робити. Проте зараз усе навпаки: ми *обґрунтовуємо* свої дії тим, що *можемо* їх вчинити. А дізнаючись більше, ми й хочемо ще більшого – так розкручується згубне коло, яке роздуває ілюзію безмежності ресурсів. Цей процес почався 60 тисяч років тому, коли наш вид вийшов за межі африканської прабатьківщини, згодом заселивши весь світ, і різко пришвидшився після Неолітичної революції. Разом із агрокультурою в людей з'явилася змога створювати значно більші проблеми, ніж вони могли уявити, поки були мисливцями-збиральниками, а рушійною силою більшості проблем була жадібність. Хоча ми, мабуть, ніколи не повернемося в доаграрні часи, можна перейняти в уцілілих мисливців-збиральників світу їхній міфос яко моральну заповідь: нам слід навчитися *хотіти менше*.

Лише загнуздавши своє хотіння, ми можемо дати раду викликам кліматичної зміни. Цей принцип також підкаже нам, як найкраще застосовувати могутні технології, як-от генну інженерію, змусивши нас змиритися з наявністю меж людській досконалості. Допустивши більше міфосу на культурну арену, можна буде пом'якшити деякі крайні форми фундаменталізму. Врешті-решт, саме на «приземлений матеріалізм» і «культурний матеріалізм» Заходу покликаються більшість ісламських фундаменталістів, виправдовуючи джихад. У Саїда Кутуба ненависть до секулярного способу життя сучасного Заходу розвинулася під час перебування в США. Він зневажливо писав, що в «утилітарній» культурі цієї країни «панує... матеріалізм». Потіснивши матеріалізм, ми, ясна річ, не залишимо ісламський фундаменталізм поза справами, зате усунемо одне з його головних обґрунтувань.

---

* Сенс існування (*фр.*).

Подальше нарощування виробництва темпами кількох останніх століть просто безглузде. Вже нині ми використовуємо значно більше природних ресурсів Землі, ніж допустимо для довгочасної стійкості. Жодні технологічні нововведення не створять безмежного запасу прісної води і не дадуть змоги всім жити по-американськи. Знати, коли спинитися, інколи важливіше, ніж відкрити новий шлях іти далі. Можливо, одним із небагатьох позитивних наслідків глибокого глобального економічного спаду, який ми переживаємо, коли я пишу ці рядки, є те, що матеріалізм став менш важливим, ніж раніше, а притаманна другій половині XX століття підміна міфосу грошима частково втратила свою звабливість.

Публіцисти на кшталт Вільяма Мак-Кібена та Джеймса Говарда Кунстлера вклали новий сенс у заклик вгамувати наш спосіб життя. Мак-Кібен, стривожений розквітом «транслюдських» технологій на кшталт генної інженерії, які можуть змінити сам сенс, який ми вкладаємо в фразу «бути людиною», запитав: «Чи повинні ми постійно зростати за розмахом і могутністю? Чи, може, слід нам колись сказати "досить"?». Кунстлер, критик американської субурбанізації й автор «Географії місць, яких ніде немає», у рубриці публіцистики газети «Washington Post» написав: «Жодне поєднання сонячної, вітрової та ядерної електроенергії, етанолу, біодизелю, бітумізованого піску та використаної олії від готування картоплі-фрі не дозволить у майбутньому живити електроенергією супермаркети "Вол-Март", розважальний парк "Дисней Ворлд" та мережу федеральних автострад, ба навіть частину з них. Нам слід шукати інші розв'язки». Під цими іншими розв'язками Кунстлер розуміє зміну нашого ставлення до місця проживання та припинення розростання передмість. По суті, він говорить, що ми повинні хотіти менше: скоротити відстань до робочого місця, зменшити розмір будинків, застосовувати енергоощадні види транспорту, більше користуватися домашньою замість промислової їжі.

Дизайнери й архітектори також відчули й засвоїли новий етос, намагаючись розважливіше використовувати матеріали. Архітектор Вільям Мак-Донаф запропонував новий підхід до проектування, який назвав «від колиски до колиски». Його мета – переглянути старі моделі виробництва й будівництва. В книжці «Від колиски до колиски» він запитує: «Що б сталося..., якби Промисловий переворот відбувся в суспільствах, які роблять наголос на спільноті, а не індивіді, і які вірять не в життєвий цикл "від колиски до могили", а в реінкарнацію?». Вельми цікаве питання, яке може отримати відповідь, коли ми шукатимемо новий пострелігійний міфос для

секулярного світу. Це питання, щодо якого компетентні пропозиції може висловити Джуліус.

Зараз настав критичний момент, якого ще не бувало в історії нашого виду: культура загрожує знищенням суті того, що означає бути людиною. Вкрай важливо, щоб ми винесли уроки зі свого минулого, щоби краще пізнати себе і здогадатися, куди нам *слід* вирушити завтра. Наша доля в наших руках – ми перше покоління, яке має таку владу, але звідки ж нам знати, що робити? Я гадаю, що відповіді на такі питання варто шукати не тільки в Вашинґтоні, Брюселі та Кіото, а й в околицях озера Еясі.

22 січня 2003 року НАСА отримала останній сигнал від космічного апарату «Піонер 10», який покинув Землю 1972 року, щоб стати першим витвором людини, який вийде за межі Сонячної системи. Коли надійшов сигнал, «Піонер 10» перебував на відстані понад 11 млрд км від Землі, тобто далеко поза орбітою Плутона, рухаючись у напрямку червоної зірки Альдебаран, якої має досягти через два мільйони років. Імовірно, що на момент, коли його знайдуть позаземні живі істоти (якщо такі існують), Сонце, розширюючись, уже поглине Землю, а від світу, який ми знаємо, залишиться хіба що туманний спогад.

До зовнішньої обшивки «Піонера 10» прикріплено табличку з повідомленням для позаземних розумних істот. Крім роз'яснення розташування нашої планети в галактиці, на ній зображено силует чоловіка й жінки. Вони голі, а рука чоловіка піднята у вітальному жесті. Що знаменно, на табличці немає жодного напису, жодної згадки про країни та політиків, жодних описів релігій чи матеріального багатства. В своєму першому «привіті» живим істотам за межами нашої планети ми вирішили підкреслити свою біологічну суть.

«Піонер 10» можна сприймати яко метафору майбутнього. Його останній кволий радіосигнал, рухаючись зі швидкістю світла, досяг Землі через цілих дванадцять годин після відправлення. Тобто коли ми отримали сигнал від «Піонера 10», він уже був на дванадцять годин попереду нас у майбутньому, самотньо пришвидшуючись до незвіданих глибин космосу. Фактично він уже вийшов за межі нашої теперішності. Коли «Піонер 10» досягне зоряної системи Альдебарана, від запуску його відділятиме приблизно такий самий проміжок часу, який зараз відокремлює нас від нашого пращура Homo erectus. На той час людська культура зміниться до невпізнанності, але ми (якщо вціліємо доти) однаково будемо визначатися своєю біологією. В цьому й закладений урок: в нинішній критичний момент історії людства, коли до наших рук потрапили знаряддя для

розв'язання низки проблем, створених Неолітичною революцією, врятувати себе означає прийняти людську природу, а не придушити її. Для цього потрібно переглянути нашу культурну одержимість невпинною експансією, опануванням та вдосконаленням. Для цього потрібно повчитися в народів, які зберігають зв'язок із давноминулим трибом життя, яким ми жили майже всю свою еволюційну історію. І в такий спосіб ми зможемо протриматися ще й наступні два мільйони років.

ПОДЯКИ

Щиро дякую Джонатану Причарду з Чиказького університету, який докладно описав свої дослідження, присвячені наслідкам добору для людського геному; Вольфґанґу Копу, Ґрет Розенлунд, Алексу Обаху й Тору Андре Їскеєрде за пояснення своєї роботи в дослідному центрі компанії «Marine Harvest», що в Ставанґері (Норвегія); а також рибалкам Керкенських островів, які продемонстрували мені свої традиційні методи риболовлі. Дякую Йоганові Файлахерові та Ніні Качніґ із Будинку художників у Марії Ґуґінґ за роз'яснення дивовижної роботи, яку вони проводять зі своїми митцями, а також самим художникам, які дозволили мені відвідати свою оселю та поглянути на їхнє неймовірне мистецтво. Джейсон і Мішель Вітакери з великою люб'язністю прийняли мене в своєму будинку в Дербіширі, присвятивши цілий вечір терплячій розповіді про незвичайну медичну одисею свого сина Чарлі. Дякую мешканцям Тувалу, які гостинно прийняли мене в своєму острівному раї та дозволили завалити себе масою питань; окрема подяка Жиєн Ле Ґалік та Кристоферу Горнеру, які пояснили цілі та завдання свого тувалуанського проекту та познайомили з кількома тамтешніми друзями; Семесе Алефайо за чудовий день, проведений на його родинному моту та довколишньому рифові; а також Енате Еві з тувалуанського Департаменту захисту довкілля за надану аудієнцію попри запізнене звернення. Нарешті щиросерда подяка моєму другові Джуліусу Індаая !Ум!ум!уме, який кілька разів щедро ділився своїм часом зі мною та познайомив зі своїм плем'ям народу гадзабе, а також за його невтомні спроби зберегти споконвічний триб життя свого народу – тримайся й далі!

На обкладинці книжки фігурує лише ім'я автора, але працює над нею ціла команда. Дякую редакторові з видавництва «Random House» Сусані Портер, яка вірила в цей проект усі ті роки, поки я барився з ним, за терпляче вичитування й коментування чорнових варіантів, які поступово перетворювалися на книжку. Її вміла рука відчувається майже на кожній сторінці. Також дякую своєму літературному

агентові Клер Александер, яка вірила в мої письменницькі здібності й перетворила цей проект у реальність. Слова вдячності адресую Стефану Мак-Ґрату та Вілу Ґудледу з видавництва «Penguin», котрі не втрачали інтересу до книжки і заохочували мене коментарями від початку моєї письменницької діяльності – фактично те, що ви читаєте зараз, завдячує вірі Стефана в мою творчість десятиліття тому. Джастин Морил із «M Factory» виконав неймовірну роботу з підготування ілюстрацій до книжки – вони справді оживлюють матеріал. І нарешті, дякую своїй дружині Пем, яка терпіла мої нескінчені розмови про методи раннього рільництва та статистику хвороб, а також мої надто часті поїздки. Я обожнюю тебе.

ДЖЕРЕЛА Й ДОДАТКОВА ЛІТЕРАТУРА

ЧАСТИНА ПЕРША. ЗАГАДКА НА КАРТІ

Стаття Джонатана Причарда та його колег щодо слідів добору в людському геномі вийшла друком на сторінках журналу *PLoS Biology* 4:e72 (березень 2006 року; див. електронну версію на сайті: www.plosbiology.org). Поки я писав книжку, з'явилися ще дві статті на цю саму тему: Sabeti et al., *Nature* 449:913–918 (2007); Hawks et al., *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 104:20753-20758 (2007). Крім того, генетичні докази нещодавнього добору й авторську інтерпретацію його закономірностей викладено в книжці Ґреґорі Кокрена і Генрі Гарпендинга: Gregory Cochran and Henry Harpending, *The 10,000 Year Explosion: How Civilization Accelerated Human Evolution* (Basic Books, New York, 2009).

Дослідження Джона Лоренса Ейнджела про сліди зростання навантаження на скелет під час переходу середземноморських людських популяцій до агрокультури побачило світ на сторінках 51–73 збірки *Paleopathology at the Origins of Agriculture* (Academic Press, Orlando, 1984), що вийшла за редакції Марка Натана Когена й Джорджа Армелагоса.

ЧАСТИНА ДРУГА. ПАРОСТКИ НОВОЇ КУЛЬТУРИ

Сучасний стрімкий розвиток аквакультури описав Карлос Дуарте з колегами у статті на сторінках журналу *Science* 316:382–383 (квітень 2007 року). Загальносвітове вичерпання рибальських угідь описане в статті Бориса Ворма з колегами в журналі *Science* 314:787–790 (2006). Ґордон Чайлд написав чимало книжок з археології та неоліту, з яких найвідоміші *New Light on the Most Ancient East* (Routledge and Kegan Paul Ltd., London, 1952) та *Man Makes Himself* (Watts & Co., London, 1956). Кліматичні карти на мал. 7 – це адаптації значно детальніших карт із праці *Petit et al.*, Episodes 23:230–246 (2000).

Коливання клімату наприкінці останнього зледеніння пояснено в чудовій книжці Браяна Феґена: Brian Fagan, *The Long Summer: How Climate Change Civilization* (Basic Books, New York, 2004). Крайня потреба в виробленні більшої кількості харчу розглянута в книжці: Mark Nathan Cohen, *The Food Crisis in Prehistory* (Yale University Press, New Haven, 1977). Американський агроном і антрополог Джек Гарлен провів

низку експериментів, які показали, що трьох тижнів збирання зерна вдосталь, щоб прогодувати родину протягом року. Дослідження Дані Наделем раннього зернозбирання біля Галілейського моря описано в: *Science* 316:1830–1835 (2007). Дані щодо зникнення мегафауни, які наведено на мал. 8, є модифікацією мал. 17.8 зі статті Пола Мартина в збірці *Quaternary Extinctions: A Prehistoric Revolution* (ed. by Paul S. Martin and Richard G. Klein. © 1984 The University of Arizona Board of Regents, видано з дозволу видавництва University of Arizona Press). Питання про причетність людей до стародавніх зникнень біологічних видів поки що не має однозначної відповіді в середовищі археологів і палеонтологів; вдалий стислий огляд дискусії можна почитати в: *Science* 300:885 (2003). Про стронцій у неолітичному харчуванні можна почитати на с. 371 у *The Cambridge Encyclopedia of Human Evolution* (Cambridge University Press, Cambridge, U.K., 1992, ed. by Steve Jones, Robert Martin, and David Pilbeam).

Ніколай Вавілов написав чимало наукових праць та кілька книжок щодо походження культурних рослин. За загальний огляд його ідей може слугувати стаття *The Origin, Variation, Immunity and Breeding of Cultivated Plants* у *Chronica Botanica*, Volume 13, 1949. Монументальний огляд походження культурних рослин міститься в двотомній *Cambridge World History of Food* (Cambridge University Press, Cambridge, U.K., 2000, ed. by Kenneth F. Kiple and Kriemhild Conee Ornelas). Також цю тему добре охоплено в книжці Daniel Zohary and Maria Hopf, *Domestication of Plants in the Old World* (Oxford University Press, Oxford, 2000). Ще одним чудовим довідковим виданням, яке варто згадати є Alan Davidson, *Oxford Companion to Food* (Oxford University Press, Oxford, 1999).

Малюнок 9 є видозміненою таблицею зі статті Ніколааса ван дер Мерве у журналі *American Scientist* 70:596–606 (1982), яку також наведено в *The Cambridge Encyclopedia of Human Evolution*. Стаття Чжицзюня Чжао про початки одомашнення рису побачила світ на сторінках *Geoarchaeology* 15:203–222 (2000). Дослідження Ендрю Мора з колегами в урочищі Абу-Гурейра описано в книжці *Village on the Euphrates* (Oxford University Press, Oxford, 2000). Висновки Сусумо Оно щодо дуплікації генів викладені в його книжці *Evolution by Gene Duplication* (Springer-Verlag, Berlin, 1970). Дослідження генів, причетних до одомашнення, провела Вівіан Женік-Депре з колегами, опублікувавши його результати в: *Science* 302:1206–1208 (2003). Ґрунтовний, хоч зрідка датований огляд багатьох аспектів життя мисливсько-збиральницьких суспільств міститься в Man the Hunter (Aldine, New York, 1968) – збірці матеріалів конференції, що відбулася в квітні 1966 року в Чиказькому університеті. Ще одне чудове довідкове видання – *The Cambridge Encyclopedia of Hunter-Gatherers*, ed. by Richard B. Lee and Richard Daly (Cambridge University Press, Cambridge, U.K., 1999).

Розкопки під керівництвом Джеймса Мелаарта в Чатал-Гююк описані в його книжці *Çatal Hüyük: A Neolithic Town in Anatolia* (McGraw-Hill,

New York, 1967), хоча розуміння деяких його знахідок змінилося з часів публікації книжки. Статуетки неолітичної Венери та пов'язаний із ними культ жіночого божества описані в книжці Marija Gimbutas, *The Living Goddesses* (University of California Press, Berkeley, 1999).

ЧАСТИНА ТРЕТЯ. ФІЗИЧНО КВОЛІ

Щорічні звіти про поширеність ожиріння в США укладає Товариство здоров'я Америки; останній із них можна переглянути в Інтернеті за адресою http://healthyamericans.org. Дані про дохід домогосподарств із мал. 14 взято з видання Бюро перепису населення США *Income, Earnings, and Poverty Data from the 2007 American Community Survey*, яке побачило світ 2008 року. Книжка Ерика Шлосера *Fast Food Nation: The Dark Side of the All-American Meal* (Harper Perennial, New York, 2002), яка розповідає історію піднесення культури швидкого харчування в Сполучених Штатах, уже стала класичною, як і книжка Майкла Полена *The Omnivore's Dilemma: A Natural History of Four Meals* (Penguin, New York, 2007).

Наукова творчість Джеймса Ніла описана в його автобіографії *Physician to the Gene Pool: Genetic Lessons and Other Stories* (John Wiley & Sons, New York, 1994). Інформацію про поширеність цукрового діабету на Самоа взято з дослідження групи науковців, опублікованому в *American Journal of Human Genetics* 69:1236–1244 (2001). Дані про захворюваність на цукровий діабет серед індіанців піма походять зі статті Schulz et al., *Diabetes Care* 29:1866–1971 (2006). Історію поширення гострого респіраторного синдрому (атипової пневмонії) можна легко знайти на кількох новий сайтах в Інтернеті. Праця Вільяма Мак-Ніла *Plagues and Peoples* (Anchor, New York, 1976) справила потужний вплив на багато подальших досліджень, зокрема на книжку Джареда Даймонда *Guns, Germs, and Steel* (W. W. Norton, New York, 1997; див. українське видання: Джаред Даймонд. Зброя, мікроби і харч: Витоки нерівностей між народами / Пер. з англ. Тарас Цимбал. – К.: Ніка-Центр, 2009. – 488 с.).

Статистику захворювань на малярію взято в Центрах контролю й профілактики захворювань США та Всесвітній організації охорони здоров'я. Недавній аналіз супутникових знімків Анґкора, проведений Дам'єном Евансом із колегами й опублікований у *Proceedings of the National Academy of Science USA* 104:14277–14282 (2007), показав, що місто було значно більшим, ніж вважалося – площею понад 1000 км². Теорія Жака Вердраже щодо запустіння Анґкора викладена в журналі *Médecine tropicale: revue du Corps de Santé colonial*, 52:377–384 (1992). Про дослідження Дейрдре Джой і її колег щодо походження малярії falciparum розповідається в *Science* 300:318–321 (2003). Статтю Сари Тишкоф про G6PD та недавній малярійний добір опубліковано в *Science* 293:455–462 (2001).

Докази стоматологічних операцій у неолітичному Мерґарі оприлюднив Роберто Макк'яреллі з колегами в *Nature* 440:755–756 (2006). Дослідження карієсу в північноамериканських популяціях, проведене Кларком Спенсером Ларсеном, викладене в його книжці *Bioarchaeology: Interpreting Behavior from the Human Skeleton* (Cambridge University Press, Cambridge, U.K., 1997). Висновки щодо поширення ожиріння в США за останнє сторіччя спираються на працю Лоренса Гелмхена *Can Structural Change Explain the Rise of Obesity? A Look at the Last 100 Years*, видану в статусі дисертаційного дослідження при Центрі демографічних досліджень Національного центру вивчення громадської думки Чиказького університету. Прогноз ВООЗ щодо всесвітнього тягаря хвороб станом у 2020 році доступний на веб-сайті організації www.who.int.

ЧАСТИНА ЧЕТВЕРТА. ДУШЕВНО ХВОРІ

Книжка Лео Навратила про його ранні дослідження художників Марії Ґуґінґ називалася *Schizophrenie und Kunst* (Deutsche Taschenbuch Verlag, Munich, 1965). Ознайомитися з діяльністю Будинку художників можна на веб-сайті www.gugging.org.

Дослідження $FOXP_2$, яке провів Тоні Монако з колегами, оприлюднене на сторінках *Nature* 413:519–523 (2001). Про роботу групи під керівництвом Сванте Пеебо над $FOXP_2$ з неандертальських кісток, знайдених у печері Віндія, розповідається в Nature 418:869–872 (2002). Думку про причетність виверження гори Тоба до ефекту шийки пляшки на людську популяцію близько 70 тисяч років тому вперше висунув Стенлі Емброуз у *Journal of Human Evolution* 34:623–651 (1998). Дослідження Кристофером Геншилвудом і колегами вирізьбленої вохри з печери Бломбос оприлюднене в *Science* 295:1278–1280 (2002). Теорія Рихарда Ґолдшмідта про макромутації та «багатонадійних потвор» викладена в його книжці *The Material Basis of Evolution* (1940, перевидано в Yale University Press, New Haven, 1982). Публікація про комп'ютерне моделювання еволюції складних властивостей, проведене Ричардом Ленскі з колегами, з'явилася в *Nature* 423:139–144 (2003). Поняття «пазух склепінь» впровадили в еволюційну теорію Ричард Левонтин і Стивен Джей Ґулд у статті з *Proceedings of the Royal Society of London*, Series B 205:581–598 (1979). Маршал Салінз використав поняття «первинного суспільства достатку» в збірці *Man the Hunter*, яка згадувалася вище.

Статтю Тобі Лестера про звучання сучасного життя під назвою "Secondhand Music: The Chance Harmonies of Everyday Sounds May Mean More Than We Think" див. у квітневому числі журналу «Atlantic». Опис Клайвом Ґемблом пізньопалеолітичної війни в долині Нілу міститься на с. 190 його праці *Timewalkers: The Prehistory of Global Colonization* (Harvard University Press, Cambridge, Mass., 1996). Статтю Робіна Данбара про зв'язок між часткою неокортексу в загальній масі мозку та розміром групи див. у: *Behavioral and Brain Sciences* 16:681–735 (1993), звідки взято

мал. 24. Подальший аналіз значення кількостей див. у: Louise Barrett, Robin Dunbar, and John Lycett, *Human Evolutionary Psychology* (Palgrave Macmillan, Basingstoke, U.K., 2001).

Відомості про те, що антидепресанти – це найпоширеніший компонент лікарського рецепту в США, надані Центрами контролю й профілактики захворювань США (www.cdc.gov). Можна ознайомитися в виданні *Health, United States*, 2007, про яке багато говорили медії, зокрема CNN.

ЧАСТИНА П'ЯТА. ШВИДКО ВПЕРЕД

Більшу частину відомостей про історію Вітакерів я зібрав під час усної бесіди з ними, хоча деякі деталі оприлюднювалися протягом 2002–2003 років на веб-сайті BBC (news.bbc.co.uk). Докладнішу інформацію про анемію Даймонда–Блекфена можна почитати на веб-сайті http://www.diamondblackfan.org.uk.

Дані про вік американських матерів на момент народження першої дитини взято зі звіту Центрів контролю й профілактики захворювань США "National Vital Statistics Reports, Volume 51, Number 1: Mean Age of Mother, 1970–2000", а дані щодо європейських матерів – з «Євростату» (ec.europa.eu/eurostat). Дані про рівень успішності ЕКЗ були зібрані тими самими Центрами в публікації "2005 Assisted Reproductive Technology (ART) Report: National Summary", яка доступна з їхнього веб-сайту. Дослідження 2004 року щодо ПГД й ЕКЗ оприлюднене в: Magli et al., *Human Reproduction* 19:1163–1169 (2004). В «Los Angeles Times» за 27 квітня 2007 року опубліковано статтю про рівень успішності ПГД й ЕКЗ. Цитату з Ерика Лендера взято з його статті в журналі «The Scientist» за січень 2002 року. Елен Рапел Шел описала дослідження ожиріння в книжці *The Hungry Gene* (Grove, New York, 2003).

Про французький судовий процес, у якому дитина з синдромом Дауна вчинила позов за те, що їй дозволили народитися, багато розповідалося в пресі, зокрема в «The Independent» за 29 листопада 2001 року. Опитування, яке показало, що більшість людей схвально ставиться до можливості діагностувати схильність до пороку серця, оприлюднене в *Journal of Genetic Counseling* 18:137–146 (2009). Про проект виділення дітей на основі генетичного тестування в Китаї розповідалося на веб-сайті CNN (www.cnn.com) 5 серпня 2009 року. Тестування проводить Shanghai Biochip Corporation.

Дослідження Джефрі Вілза щодо представників бібоп-музики побачило світ на сторінках *British Journal of Psychiatry* 183:255–259 (2003). Вивчення мозку джазменів за допомогою магнітно-резонансної томографії, яке провів Чарлз Лімб із колегами, викладене в онлайновому науковому журналі *PLoS One* (www.plosone.org) за 27 лютого 2008 року. В книжці Arnold Ludwig, *The Price of Greatness: Resolving the Creativity and Madness Controversy* (Guilford Press, New York, 1995) вивчено зв'язок між

креативністю та психічними хворобами. Теорія Дейвіда Горобіна щодо зв'язку між шизофренією та креативністю викладена в його книжці *The Madness of Adam and Eve* (Bantam, New York, 2002).

Дослідження про мурах і акацію можна знайти в *Science* 319:192–195 (2008). Леон Кас написав про «мудрість огиди» в статті липневого видання 1997 року (№ 216) журналу «The New Republic».

ЧАСТИНА ШОСТА. ПІДІГРІТА СУПЕРЕЧКА

Різні сценарії потепління розглянуто в Mark Lynas, *Six Degrees: Our Future on a Hotter Planet* (National Geographic, Washington, D.C., 2008). Погрози з боку Тувалу розпочати судовий процес проти США й Австралії широкого висвітлювалося в медіях, зокрема на сайті новин BBC. Статистичні дані про продаж автомобілів, які подані на мал. 28, запозичено в Edmunds Inc., *The New York Times* та J. D. Power and Associates.

Звіт Міжурядової експертної комісії з питань зміни клімату *Climate Change 2007: The Physical Science Basis (Summary for Policymakers)* можна переглянути на веб-сайті www.ipcc.ch. Дискусію довкола «ключкоподібного» графіка висвітлено на веб-сайті http://worldclimatereport.com/index.php/2005/03/03/hockey-stick-1998-2005-rip/.

Звіт про різдвяний облік птахів у 2008 році, проведений Національним Одюбонівським товариством, доступний в Інтернеті: http://www.audubon.org/bird/bacc/Species.html.

Стаття Берніс де Йонґ Бурз про виверження гори Тамбора з'явилася на сторінках жовтневого числа журналу «Indonesia» (№ 60) за 1995 рік. Також цю історію викладено в: Henry Stommel and Elizabeth Stommel, *Volcano Weather: The Story of 1816, the Year Without a Summer* (Seven Seas Press, Newport, R.I., 1983). Культурні наслідки виверження Тамбори розглядаються в числі журналу «New Scientist» за 29 січня 2005 року.

Звіт «The World Disasters Report 2001», укладений Міжнародною федерацією товариств Червоного Хреста і Червоного Півмісяця, містить статистичні дані про те, що більше людей покидають свої домівки через екологічні катастрофи, ніж через війни – близько 25 мільйонів на той час, але з тих пір кількість екологічних біженців ще зросла. Порівняння енерговитрат Америки й Індії можна знайти в блискучій книжці про нафтовий пік і енергетичну кризу Thomas Homer-Dixon, *The Upside of Down: Catastrophe, Creativity and the Renewal of Civilization* (Island Press, Washington, D.C., 2006). Чимало описів ядерних реакторів із кульковою засипкою можна знайти в Інтернеті. Гарний огляд методів опріснення міститься в вересневому числі журналу «Scientific American» за 2007 рік, а також у статті Кетрин Кренголд у «The Wall Street Journal» за 17 січня 2008 року.

ЧАСТИНА СЬОМА. НА ШЛЯХУ ДО НОВОГО МІФОСУ

«Дилему в'язня» вперше було описано в книжці John von Neumann and Oskar Morgenstern, *Theory of Games and Economic Behavior* (1944, перевидана видавництвом «Princeton University Press» 2007 року). Детальний опис дослідження насилля в первісних суспільствах див. у: Lawrence H. Keeley, *War Before Civilization: The Myth of the Peaceful Savage* (Oxford University Press, Oxford, 1996).

Оцінку ймовірності загибелі від рук убивці в США (один шанс зі ста) зроблено в книжці Michael Ghiglieri, *The Dark Side of Man: Tracing the Origins of Violence* (Perseus Books, Reading, Mass., 1999). Про моріорі та їх зникнення докладно розповідається у Jared Diamond, *Guns, Germs, and Steel* (див. українське видання: Джаред Даймонд. Зброя, мікроби і харч: Витоки нерівностей між народами / Пер. з англ. Тарас Цимбал. – К.: Ніка-Центр, 2009. – 488 с.). Карен Армстронг вивчила життя і творчість Саїда Кутуба, а також історію фундаменталізму в своїй захопливій книжці *The Battle for God* (Ballantine, New York, 2001).

Про опитування щодо ставлення громадськості різних країн до теорії еволюції див. у: *Science* 313:765–766 (2006). Стаття з журналу «Economist», у якій цитується Стивен Улф з приводу використання Інтернету ісламськими фундаменталістами, називається «A World Wide Web of Terror» і опублікована в числі за 12 липня 2007 року. Розрахунок кількості зниклих мов див. у: Daniel Nettel and Suzanne Romaine, *Vanishing Voices: The Extinction of the World's Languages* (Oxford University Press, Oxford, 2002). Статистичні дані про кількість користувачів Фейсбуку див.: http://www.facebook.com/press/info.php?statistics, а середня кількість користувачів розглядалася в статті на шпальтах журналу «Economist» від 26 лютого 2009 року.

Ось перелік книжок, на які я посилався в останньому розділі Частини сьомої: Bill McKibben, *Enough: Staying Human in an Engineered Age* (Times Books, New York, 2003); James Howard Kunstler, *The Geography of Nowhere: The Rise and Decline of America's Man-Made Landscapes* (Simon & Schuster, New York, 1993) та William McDonough, *Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things* (North Point Press, New York, 2002). Передовиця Джеймса Говарда Кунстлера вийшла друком у числі «Washington Post» за 25 травня 2008 року.

ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК

абстрактне мислення [abstract thought] 126
Абу-Гурейра [Abu Hureyra], Сирія 67, 71, 78
Австралія [Australia] 11, 47, 60, 119, 167, 170, 178, 189–190
автомобілів продажі [automobile sales] 171–172
агрокультура – *див.*: рільництво
адаптація (пристосування) [adaptation]
- географічна 118, 119, 121, 123
- дарвіністська 27, 32, 34, 42
- до клімату 118–119, 121, 123
- і культурне новаторство 121, 123–124, 127–128, 136, 156, 183–184, 193
- і мисливці-збиральники 86, 132, 195
- і рільники 42, 86
- в харчуванні і здоров'ї 92, 159

акація [acacia trees] 161
аквакультура [aquaculture]
- її історія 48
- в Китаї 48, 52
- її майбутнє 47–48, 53
- яко недавнє явище 48–49
- порівняно з агрокультурою 49
- сучасні дослідження 46–48

див. також: рибне господарство
Ален (Еміль-Огюст Шартьє) [Alain], французький філософ 20
Алефайо, Семесе [Alefaio, Semese] 269, 219
аль-Бана, Гасан [al-Banna, Hassan] 206
«Аль-Каїда» [al-Qaeda] 208–209
альтернативна енергетика [alternative energy] 185–189
Амазонія [Amazonia] 85, 119, 135
аміші [Amish] 204
Анґкор [Angkor], храмовий комплекс у Камбоджі 94–97, 99
Андерсон, Вільям Френч [Anderson, William French] 160
Анди [Andes] як осередок одомашнення рослин 62
антиглобалісти [anti-globalization protesters] 204
антидепресанти [antidepressants] 135
арабо-ізраїльська війна [Arab-Israeli War] 205–206
Армстронг, Карен [Armstrong, Karen] 207–208
арт-терапія [art-therapy] 111
астаксантин [astaxanthin] 47
атипова пневмонія – *див.*: тяжкий гострий респіраторний синдром
«Аум Синрикьо» [Aum Shinrikyo] 209
Афганістан [Afghanistan] 209
Африка [Africa]
- екологічні зони під час голоценового оптимуму 56
- екологічні зони під час останнього льодовикового максимуму 56
- засуха в Сахельському поясі 190–191, 192
- Керкенські острови 50–52
- і малярія 97–99, 151
- мисливці-збиральники народу гадзабе 195–198, 213–214, 219
- і нестерпність лактози 40
- і пігментація шкіри 39
- яко прабатьківщина людства 10, 11, 19, 35, 39, 58, 72, 97, 117–119
- протягом Верхнього палеоліту 119, 123–124
- протягом останньої льодовикової доби 122
- і ріка Ніл 132
- розселення людства з неї 10, 11, 19, 35, 37–38, 39, 58, 97–98, 117–119, 121, 215
- і серпоподібноклітинна анемія 125, 150–151, 158
- і технологія ядерних реакторів із кульковою засипкою 187

Бекери, Джим і Темі Фей [Bakker, Jim and Tammy Faye] 208
бен Ладен, Осама [bin Laden, Osama] 100, 209
бережливий генотип [thrifty genotype] 85–87, 159
Битва за Тараву [Battle of Tarawa] 168
біженці, екологічні [ecological refugees] 192–193
біженці, кліматичні [climate refugees] 167
білки [proteins], транскрипційні фактори 115–116
Блай, Вільям [Bligh, William] 66–67
Бравн, Луїза Джой [Brown, Louise Joy] 139
Бравни, Леслі та Джон [Brown, Leslie and John] 139–140
Бразилія [Brazil] 173, 174
«Брати-мусульмани» [Muslim Brotherhood] 206, 208
Браун, Ален [Braun, Allen] 157
Бренд, Стюарт [Brand, Stewart] 23
Буш, Джордж [Bush, George] 173

Вавілов, Ніколай [Vavilov, Nikolai] 62
Вала, Август [Walla, August] 112–113
«велика трійка» [Big Three] 68, 71
«Великі димові гори», національний парк [Great Smoky Mountains National Park] 80–81
Великі озера [Great Lakes], їх виникнення 26
велосипед [velocipede] 172, 181
Венери статуетки [Venus figures] 74–75
Вердраже, Жак [Verdrager, Jacques] 97
викиди парникових газів [greenhouse gas emissions] 173–177
викопне паливо [fossil fuels] 163, 175, 176, 182, 185, 188
винахіднивість [invention], необхідність як її мати 183, 189
відновлювані джерела енергії [renewable energy sources] 186
війна [warfare] 76, 133, 154, 192, 202–204
військо [military], зростання його ролі в неоліті 76
Вілз, Джефрі [Wills, Geoffrey] 157
Вільгельміна, гора [Wilhelmina, Mount] – *див.*: Пунчак-Трикора, гора
Вітакер, Чарлі [Whitaker, Charlie] 138–139, 141–146, 154, 162, 219
Вітакери, Мішель і Джейсон [Whitaker, Michael and Jayson] 137–139, 141–146, 148, 149, 154, 219
вітамін D [vitamin D] 39
вітряна енергія (вітроенергетика) [wind energy] 186, 188
«Віхи» (твір Саїда Кутуба) [Milestones (Qutb)] 206
водна криза [water crisis] 189–192
водневі паливні елементи [hydrogen cells] 187
«Вол-стрит» (фільм) [Wall Street (movie)] 201
вохра [ochre] 123–124
Всесоюзний інститут рослинознавства (Ленінград) [Institute for Plant Industry, Leningrad] 62
вуглеводи [carbohydrates] – *див.*: крохмалі
вуглекислий газ [carbon dioxide] 63, 173, 174–177
вуглецевий підпис [carbon signature] 63–65
вуглецевий слід [carbon footprint] 172
вуглець [carbon]
- і зміна клімату 169, 174–177, 184
- у рослинах 63–65

вулкани [volcanoes]
- гора Тамбора 178–181
- гора Тоба 122–124, 126, 179

Габер, Фриц [Haber, Fritz] 183
Габера-Боша процес [Haber-Bosch process] 183
Габерт, Меріон Кінг [Hubbert, Marion King] 185
гадзабе, мисливці-збиральники Танзанії [Hadzabe hunter-gatherers, Tanzania] 194–199, 213–214
Гакслі, Олдос [Huxley, Aldous] 194
Гакслі, Томас Генрі [Huxley, Thomas Henri] 210
«Гаплокарта», проект [HapMap project] 29, 31–33, 40
ген білка FOXP2 [FOXP2 gene] 115–117, 120, 125
ген ферменту G6PD [G6PD gene] 98, 151
генетика [genetics]
- ген білка FOXP2 115–117, 120, 125
- ген ферменту G6PD 98, 151
- дуплікові гени 68–70, 151

див. також: ДНК; геном людини; популяційна генетика

генетичний аналіз [genetic testing] 142, 146, 152, 153–156
генетичний добір [genetic selection] 158–160
генетичні розлади [genetic disorders] 151–155
генна інженерія [genetic engineering] 163, 192, 215–216
генна терапія [gene therapy] 160–161
геном людини [human genome]
- гаплотипна структура 29
- кількість генів 29
- складність взаємодії генів 150–151
- сліди добору в ньому 39–41
геотермальна енергія [geothermal energy] 187–188
гіпертонія [hypertension] 33, 41–42, 87, 94, 107, 135, 149, 152
глобалізація [globalization] 20, 204–205, 211
глобальне потепління [global warming] 163, 165–167, 174–177, 183, 192, 193, 199
див. також: зміна клімату
глобальне похолодання [global cooling] 59, 122, 179–181
Гобс, Томас [Hobbes, Thomas] 43, 133–134, 202
Годер, Ян [Hodder, Ian] 74–75
Голдейн, Джон Бердон Сандерсон [Haldane, John Burdon Sanderson] 93
Гомер-Диксон, Томас [Homer-Dixon, Thomas] 185–186
гомініди [hominids]
- дослідження їхньої ДНК 116–117
- їхні мовні здібності 116–117, 120, 125
- яко напівкочовики 57–58
- причини смертності 92–93
- їх рештки в печері Віндія (Хорватія) 117
- розмір мозку 119–120
гори [mountains] – *див.*: вулкани
Горобін, Дейвід [Horrobin, David] 158
грип пташиний [avian flu] 90
гріхи [sins], сім смертних 201
Г'юм, Дейвід [Hume, David] 78, 215

«Ґатака» (фільм) [Gattaca (movie)] 154, 160
Ґелзинґер, Джес [Gelsinger, Jesse] 160
Ґелтон, Френсис [Galton, Francis] 137, 156
Ґембл, Клайв [Gamble, Clive] 132
Ґетлінбурґ, штат Тенесі [Gatlinburg, Tennessee] 81
Ґолдшмідт, Рихард [Goldschmidt, Richard] 124–125
Ґольфстрим [Gulf Stream] 57
Ґор, Альберт [Gore, Albert] 166
Ґринспен, Алан [Greenspan, Alan] 182
Ґугінґ [Gugging] – *див.*: Марія Ґугінґ, Австрія
Ґулд, Стивен Джей [Gould, Stephen Jay] 128

Даймонд, Джаред [Diamond, Jared] 91, 123
Даймонда-Блекфена анемія (АДБ) [Diamond-Blackfan anemia (DBA)] 138–139, 143–144
Данбар, Робін [Dunbar, Robin] 133–134, 213
Дарвін, Чарлз [Darwin, Charles] 13, 27, 34, 124–126, 164, 209–210
Дауна синдром [Down's syndrome] 148, 151, 155
демографічний обвал [population crash] 36
депресія [depression] 19, 22, 108
«Держава» (діалог Платона) [Republic (Plato)] 200
ДеСилва, Ашанті [DeSilva, Ashanthi] 160
дефект мовлення [speech impediment] 114–121
джазисти [jazz musicians] 157
Джебель Сагаба [Jebel Sahaba] 132, 204
Джеферсон, Томас [Jefferson, Thomas] 191
джихад [jihad] 206–209, 215
Джой, Дейрдре [Joy, Deirdre] 97–98
Джуліус (!Ум!ум!уме) [Julius (!Um!um!-ume)] 194–195, 198, 213, 217, 219
дилема в'язня [prisoner's dilemma] 199–200, 201
дисінгібіція [disinhibition] 157
діабет цукровий [diabetes]
- і «бережливий генотип» 86
- вплив генів 33, 42, 86, 145, 149, 152, 159
- вплив середовища 85–87, 152, 154
- його два типи 86
- яко загроза 22, 94, 106–107
- в індіанців піма 87
- і ожиріння 85–87
діти з пробірки [test-tube babies] 140–141

дітонародження [childbirth]
- значення екстракорпорального запліднення 140, 146–148, 154
- значення передімплантаційної генетичної діагностики 141–142, 144, 145, 147–148, 154–156
- конфлікт практичних і моральних аспектів 139
- яко причина смертності 43–44, 93

ДНК [DNA]
- дуплікація і мутація 68–70, 151
- історія її вивчення до секвенування 27–28
- неандертальська 116–117
- і популяційна генетика 26, 27, 123
- і природний добір 27–28
- «сміттєва» 7, 70
- стародавня і її вивчення 116–117
- її характеристика 29–31

див. також: генетика

Добжанський, Теодосій [Dobzhansky, Theodosius] 27–28

добір [selection] – *див.*: генетичний добір; природний добір

довгочасний стрес [long-term stress] 131–132

«Долівуд» [Dollywood] 81, 89, 107

дріас (рослина) [Dryas (plant)] 55–56, 59

див. також: пізній дріас

дрозофіли [fruit flies] 7, 27, 34, 85, 150

Друга світова війна [Second World War] 87, 154, 168, 170, 183, 202, 210

дуплікові гени [duplicate genomes] 68–70, 151

Дюбюфе, Жан [Dubuffet, Jean] 111, 113

Еві, Енате [Evi, Enate] 170, 219

еволюційна перевага [evolutionary advantage] 32, 34, 40, 42

еволюція [evolution]
- опозиція проти теорії еволюції 209–210
- і соціальна теорія 196–198
- фундаменталістські погляди на неї 209–210

див. також: природний добір

Ейнджел, Джон Лоренс [Angel, John Lawrence] 43, 44

ЕКЗ (екстракорпоральне запліднення) [IVF (in vitro fertilization)] 140, 146–148, 154

економічна криза 2008 року [economic crisis of 2008] 171, 181–182

екстракорпоральне запліднення (ЕКЗ) [in vitro fertilization (IVF)] 140, 146–148, 154

Енґельс, Фридрих [Engels, Friedrich] 196, 202

енергія, її альтернативні джерела [energy, alternative sources] 185–189

енергія, термальна океанів [ocean thermal energy] 187

Ерліх, Пол [Ehrlich, Paul] 182

Еткінза дієта [Atkins diet] 103

євгеніка [eugenics] 137, 156,

Єгипет [Egypt] 26, 77, 205–206

жадібність [greed] 201, 215

задумані діти [designer babies] 138

закритий цикл у тваринництві [closed cycle, in breeding] 67–68

зледеніння – *див.*: льодовиковий період

зміна клімату [climate change]
- її вплив на мисливців-збиральників 58–59, 184
- її вплив на Тувалу 167–171
- глобальне потепління 163, 165–167, 174–177, 183, 192, 193, 199
- і зародження рільництва 55–61, 184
- після виверження гори Тоба 122–124
- і політика США 173–174
- роль гір яко рефугіїв для біорозмаїття 62–63

див. також: викопне паливо; Малий льодовиковий період

знаряддя [tools], стародавні 34, 100, 118–120, 123

зоонозні хвороби [zoonotic diseases] 92

ігор теорія [game theory] 199–200

Ізраїль [Israel] 35, 58, 116, 205, 209

Індська цивілізація [Indus Valley Civilization] 100

індустріалізація харчового виробництва [industrialization of food production] 103–106

Інститут здоров'я дитини (Лондон) [Institute for Child Health, London] 114

інтегрована оцінка гаплотипу (iHS) [integrated haplotype score (iHS)] 32–33, 40
Інтернет [Internet] 23, 27, 39, 61, 79, 88, 130, 165, 168, 212–213
інфекційні хвороби [infectious diseases] 80, 88, 89–94, 96, 99
Іранська ісламська революція [Islamic Revolution, Iran] 208
іслам [Islam] 78, 205–210, 215
«Ісламський джихад» [Islamic Jihad] 208, 210

їжі джерела, здобуття контролю над ними [food supply, learning to control] 37, 53–54, 60, 66, 74, 91
Їскеєрде, Тор Андре [Giskegjerde, Tor Andre] 47, 219

Калімантан, острів [Borneo] 178
Камбоджа, храмовий комплекс Анґкор [Cambodia, Angkor temple complex] 94–97, 99
Картер, Джимі [Carter, Jimmy] 208
Кас, Леон [Kass, Leon] 162
католицька церква [Catholic Church] 48, 128, 131, 201
Качніґ, Ніна [Katschnig, Nina] 110–111, 219
кебаранська культура [Kebaran people] 58
Керкенські острови, Туніс [Kerkennah Islands, Tunisia] 50–52
Китай [China]
- аквакультура 48, 52
- і добір генетичних ознак 156
- як емітент вуглецю 173
- як осередок одомашнення рослин 61–62, 65
- продажі автомобілів 171–172
- і харчування 86
- якість повітря 172

Кілі, Лоренс [Keeley, Lawrence] 202–203
Кінабалу, гора [Kinabalu, Mount] 178
Кіотський протокол [Kyoto Protocol] 167, 173–174, 176, 185, 188
Кірибаті [Kiribati] 168
кісткового мозку трансплантація [bone marrow transplants] 138–139, 143–144
кліматичні біженці [climate refugees] 167
Клінтон, Біл [Clinton, Bill] 25
ключкоподібний графік [hockey stick graph] 175–176
Коген, Джоел [Cohen, Joel] 38
Койо, Мусасимару [Koyo, Musashimaru] 87
Корзибскі, Альфред [Korzybski, Alfred] 25
корінні американці [Native Americans], і бережливий генотип 87
короп [carp] 48, 52
короткочасний стрес [short-term stress] 132
«Країна швидкої їжі» (книжка Ерика Шлосера) (Fast Food Nation (Schlosser)] 84, 103
Кракатау, вулкан [Krakatoa] 179
креативність [creativity]
- і добір генів 158–160
- і психічні хвороби 157–158

кредитна криза [credit crisis] 181
Крейтер, озеро в штаті Орегон [Crater Lake, Oregon] 122
крижана гребля [ice dam] 56–57, 59
крохмалі [starches]
- в неолітичному харчуванні 101–103
- в сучасному харчуванні 86, 106

кукурудза [corn]
- її генетична пластичність 70–71
- як одна з «великої трійки» зернових культур 68, 71
- яко приклад селекціонування 70–71
- раннє кукурудзівництво 63–65

культурний релятивізм [cultural relativism] 198
Кунстлер, Джеймс Говард [Kunstler, James Howard] 216
Кутуб, Саїд [Qutb, Sayyid] 206–207, 209, 215

левіафан [Leviathan] 133, 202
Лаврентійський льодовиковий щит [Laurentide ice sheet] 26, 57
лактаза [lactase] 39–41
лактози нестерпність [lactose intolerance] 39–40
Ларсен, Кларк Спенсер [Larsen, Clark Spencer] 101
Левонтин, Ричард [Lewontin, Richard] 7, 128
Лендер, Ерик [Lander, Eric] 149
ленінізм [Leninism] 204, 207
Ленскі, Ричард [Lenski, Richard] 125–126
Лестер, Тобі [Lester, Toby] 130–131

Лисенко, Трохим [Lysenko, Trofim] 62
Лікі, Ричард [Leakey, Richard] 35
Лімб, Чарлз [Limb, Charles] 157
Лірі, Тимоті [Leary, Timothy] 204
логос [logos] 207, 211
лосось [salmon], дикий і вирощений 47, 128
лудити [Luddites] 162, 204
Людвіґ, Арнольд [Ludwig, Arnold] 158
людина розумна [Homo sapiens]
- у викопних рештках 35
- демографічна крива 36
- мовні здібності 116–118
- перехід до повністю сучасної людської поведінки 119, 123, 125–128
- особливості 120–121
- і розмір групи 118, 133–134
- розмір мозку 119–120
- її розселення на весь світ 10, 11, 19, 35, 37–38, 39, 58, 97–98, 117–119, 121, 215

льодовиковий період [ice age] 25–26, 56–57, 59, 72, 121–122
див. також: Малий льодовиковий період

Мак-Донаф, Вільям [McDonough, William] 216
Мак-Кібен, Вільям [McKibben, William] 216
Мак-Клінток, Барбара [McClintock, Barbara] 70
Мак-Ніл, Вільям [McNeill, William] 80, 91–92
макроеволюція [macroevolution] 124
макромутації [macromutations] 124–126
макропаразити [macroparasites] 92–93
Малий льодовиковий період [Little Ice Age] 96, 175–176
Мальтус, Томас [Malthus, Thomas] 46, 59
малярія [malaria] 88, 94, 96–99, 107, 151
маніакально-депресивний психоз [bipolar disorder; manic depression] 149, 157–159
Марія Ґуґінґ, Австрія [Maria Gugging, Austria] 109–114, 127, 219
марксизм [Marxism] 55, 204, 207
математика [mathematics]
- дилема в'язня 199–200
- теорія ігор 199–200

матеріалізм [materialism] 215–216
мегафауни зникнення [megafauna extinctions] 60
Мезоамерика [Mesoamerica] 61–63
Мелаарт, Джеймс [Melaart, James] 73
Мерґар, Пакистан [Mehrgarh, Pakistan] 100–101
метаетика [metaethics] 200–201
мисливці-збиральники [hunter-gatherers]
- і виробництво морепродуктів 47, 52–53
- вплив зміни клімату 58–59, 184
- вплив стресу 132–133
- гадзабе в Танзанії 194–199, 213–214
- Джебель Сагаба в Нубії 232, 204
- і жадібність 215
- моріорі 203–204
- яко напівкочовики 57–58, 195
- яко первинне суспільство достатку 128, 202
- порівняно з рільниками 22, 37, 42–45, 58, 74, 86, 101–102, 135, 201, 203–204, 214, 215
- причини їх смертності 92–93
- і розмір групи 133–134
- суспільна структура 73–74
- їхній типовий харчовий раціон 101
- тривалість життя в палеоліті 43–44
- тривалість життя під час неолітичного переходу до рільництва 44
- їхнє харчування і стан зубів 101–102

див. також: рільники
мистецтво [art], його найдавніші сліди 120, 123–124
Міжурядова експертна комісія з питань зміни клімату (IPCC) [Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)] 174–177
мікроеволюція [microevolution] 124–126
Мілер, Джон [Miller, Jon] 210
міфос [mythos] 207–208, 211, 213–215, 216
Мічиґан, озеро [Lake Michigan] 25–26
мобільні телефони – *див.*: стільникові телефони
мовний ген [language gene] 115
мозок [brain]
- і джазисти 157–158
- його розмір у Homo sapiens 119–120, 133

молоко [milk] 39–40, 43, 156, 182
Монако, Тоні [Monaco, Tony] 114–115
«Моральна більшість» [Moral Majority] 208, 210, 211
моральність [morality]
- і дилема в'язня 199–200, 201
- у мисливців-збиральників 202–203, 215
- і «первісні» народи 202–203
- питання морального компаса 198, 199
- і Платонова «Держава» 200
- і практичність 139
- і релігія 201
- в секулярному суспільстві 201
- і тероризм 209

Морґан, Льюїс [Morgan, Lewis] 196, 198
Морґенштерн, Оскар [Morgenstern, Oskar] 199
моріорі [Moriori] 203–204
москіти [mosquitoes] 96–97, 99
Мумбаї, Індія [Mumbai, India] 19, 21
Муо, Анрі [Mouhot, Henri] 94
Мур, Ендрю [Moore, Andrew] 67
мутації [mutations] 31, 40, 70, 85, 98, 115–116, 123, 124–126, 151–152, 157, 160
мутуалізм [mutualism] 92
Мухамед [Muhammad], пророк 207

Навратил, Лео [Navratil, Leo] 111–113, 158
Надель, Дані [Nadel, Dani] 58
надмірне подразнення [overstimulation] 130–131, 135
надмірний вилов [overfishing] 52–54
Насер, Гамаль Абдель [Nasser, Gamal Abdel] 205–206
натуфійська культура [Natufian people] 57–61, 71, 73, 103, 123, 185
нафтовий пік [peak oil] 185, 188
нацистська Німеччина [Nazi Germany] 110, 183, 202
неандертальці [Neanderthals]
- аналіз їхньої ДНК 116–117
- дивергенція людини від них 116, 117–120
- мовлення і мова 116–117, 120, 125
- особливості 117–118, 120, 121, 127, 128
- їх поява 58, 118
- розмір їхнього мозку 120

«Незручна правда» (фільм) [An Inconvenient Truth (movie)] 166
необхідність [necessity], як мати винахідливості 183, 189
Неолітична революція [Neolithic Revolution] 48–49, 55, 76, 78, 94, 103, 107, 177, 214–215, 218
див. також: рільництво
Нижньоавстрійська психіатрична лікарня [Lower Austrian Psychiatric Hospital] 110–114
нікотинамідадениндинуклеотидфосфат (NADPH) [nicotinamide adenine dinucleotide phosphate (NADPH)] 98
Ніл [Nile], ріка 132
Ніл, Джеймс [Neel. James] 42, 85–86, 159
Нова Ґвінея [New Guinea] 61, 103–104, 178
новаторство [innovation] 127–128, 183
Нойман, Джон фон [von Neumann, John] 199
Норвегія [Norway] 46, 48, 219
Нубія, Джебель Сагаба [Nubia, Jebel Sahaba] 132, 204
нуклеотиди [nucleotides] 29, 31, 117, 120, 125, 150
Ньюфаундленд [Newfoundland] 53

Обама, Барак [Obama, Barack] 174, 189, 213
одомашнення [domestication]
- історичні осередки одомашнення рослин 61–62, 65
- проблема розмноження 67–68
- селекціонування зернових рослин 68–71
- тварин і поширення хвороб 92
- темпи одомашнення рослин і тварин 49

див. також: рільники
ожиріння [obesity]
- і вартість медичного обслуговування в США 88–89
- і географічні закономірності 82–83, 87
- як епідемія 83–85
- в індіанців піма 87
- міжнародні тенденції 83
- причини його зростання 83–85
- в самоанців 86–87
- і соціально-економічний статус 82–83

Океанія [Oceania], її найвищі гори 178
Оно, Сусуму [Ohno, Susumu] 69
опріснення [desalination] 168, 191

Отербайн, Кейт [Otterbein, Keith] 203
оброблений цукор [processed sugar] 103, 105–106

«Падіння» (фільм) [Falling Down (movie)] 131
пазухи склепінь [spandrels] 128
палтус [halibut] 47, 48, 68–69
Пандора [Pandora] 17, 181
паразити [parasites]
- малярійні 96–98, 151
- мобільні генетичні елементи 70
- і мутуалізм 92
- плазмодій (Plasmodium) 96–99
- стрічковий черв'як 92

Паркер, Чарлі [Parker, Charlie] 157
Партон, Долі [Parton, Dolly] 81
ПГД (передімплантаційна генетична діагностика) [PGD (preimplantation genetic diagnosis)] 141–142, 144, 145, 147–148, 154–156
Пеебо, Сванте [Pääbo, Svante] 117
Пепер, Арт [Pepper, Art] 157
первісне суспільство [primitive society], два погляди на нього 202–203
див. також: рільники; мисливці-збиральники
передімплантаційна генетична діагностика (ПГД) [preimplantation genetic diagnosis (PGD)] 141–142, 144, 145, 147–148, 154–156
переїдання [overeating] 80, 84, 87
див. також: ожиріння
Перша світова війна [First World War] 183, 205
письменники [writers] 158
Північна Атлантика [North Atlantic], прісна й солона вода в ній 57
Північне море [North Sea] 53
підвищений кров'яний тиск [high blood pressure] – *див.*: гіпертонія
Піджен Фордж, місто в штаті Тенесі [Pigeon Forge, Tennessee] 81
під'язикова кістка [hyoid bone] 116, 120
пізній дріас [Younger Dryas] 55–57, 59–60, 65–66, 163, 184
піма (індіанці) [Pima Indians], і цукровий діабет 87, 152
«Піонер 10», космічний апарат [Pioneer 10 spacecraft] 217
плавильний котел [melting pot] 211
плазмодій [Plasmodium] 96–99
Платон [Plato] 200
плейотропія [pleiotropy] 150–151, 160–161
поведінкова спеціалізація [behavioral specialization] 128–130
повітряних відсадків метод [air layering] 66–67
подразники [stimuli], постійні 130–132
Полан, Майкл [Pollan, Michael] 72
поліплоїдизація [polyploidization] 68–70, 125
популяційна генетика [population genetics] 26, 27, 123
див. також: ДНК
порох [gunpowder] 183
природний добір [natural selection]
- Дарвінова теорія еволюції 27, 32, 34, 124–126, 164, 209–210
- в історії науки 27–28
- лактазний слід 39–41
- і макромутації 126
- програш мисливців-збиральників 45
- і результати Проекту геному людини 28
- його темпи 34

пристосування – *див.*: адаптація
Причард, Джонатан [Pritchard, Jonathan] 26–27, 28–29, 31–34, 38, 40, 42, 98, 156, 219
Проект геному людини [Human Genome Project] 25, 28, 38, 41, 149, 153
Промисловий переворот [Industrial Revolution] 78, 79, 103, 129, 175, 184, 216
психічні хвороби [mental ilness]
- і арт-терапія 111–114
- і генетичний добір 158–160
- їх зв'язок із креативністю 157–158
- яко причина смертності й непрацездатності 108, 135
- тенденція до їх почастішання 108, 135

психотропні засоби [prescription psychoactive drugs] 135
пташиний грип H_5N_1 [H_5N_1 avian flu] 90
Пунчак-Джая, гора [Carstensz Pyramid] 178
Пунчак-Трикора, гора [Puncak Trikora (mountain)] 178
пуповинна кров [umbilical cord blood] 142–143, 144
пшениця [wheat]
- її генетична пластичність 70–71
- як одна з «великої трійки» зернових культур 68, 71

- початок її вирощування 54, 55, 57–59, 63, 64, 71, 100
- і селекціонування 68–70

Рейґан, Роналд [Reagan, Ronald] 208, 210
рекомбінація [recombination] 30–33
релігія [religion]
- і моральність 201
- і Республіканська партія США 208
- сім смертних гріхів 201
- її формалізація в неоліті 74, 78
- фундаменталізм 130, 205–212, 214–215

Республіканська партія США [Republican Party] 208
Рефлз, Стемфорд [Raffles, Stamford] 178–179
рибне господарство [fish farming]
- добір видів 68
- його масштаби 48, 52
- і сучасні дослідження 46–48

див. також: аквакультура
риболовля [fishing]
- керкенські методи 50–52
- яко мисливсько-збиральницька діяльність 47, 52–53
- проблема надмірного вилову 52–54

римо-католицька церква [Roman Catholic Church] 48, 128, 131, 201
рис [rice]
- його генетична пластичність 70–71
- як одна з «великої трійки» зернових культур 68, 71
- його початкове одомашнення 65–66
- і селекціонування 68–70

«Риталін» [Ritalin] 135
рільники [agriculturalists]
- і гадзабе 198
- здобуття ними контролю над джерелами їжі 37, 53–54, 60, 66, 74, 91
- погіршення стану здоров'я 22, 43–45
- порівняно з мисливцями-збиральниками 22, 37, 42–45, 58, 74, 86, 101–102, 135, 201, 203–204, 214, 215
- потреба в лікуванні зубів 101–102
- типовий харчовий раціон 86

див. також: мисливці-збиральники
рільництво (сільське господарство, агрокультура) [agriculture]
- і виникнення епідемій 91–92
- і демографічне зростання 72–77, 99
- його зародження в неоліті 49, 55
- і зростання транспоколінної сили 77–79
- його непередбачені наслідки 72
- порівняння з аквакультурою 49
- початок Неолітичної революції 55–61
- і поширення малярії 98–99

Робертсон, Пет [Robertson, Pat] 208
Рокфелер, Джон Дейвісон [Rockfeller, John Davison] 28
родинні цінності [family values] 207, 208
Родючий півмісяць [Fertile Crescent] 45, 57, 59, 62–63, 71, 185
розлади [disorders] – *див.*: хвороби; генетичні розлади; психічні хвороби
розмаїття, генетичне [diversity, genetic] 31, 33, 36, 62–63, 99
розмноження [propagation], його значення для одомашнення рослин 67–68
рослини типу C_3 [C_3 plants] 63–64
рослини типу C_4 [C_4 plants] 63–64
Русо, Жан-Жак [Rousseau, Jean-Jacques] 78, 202, 204
Рушді, Салман [Rushdie, Salman] 109

Саймон, Джуліан [Simon, Julian] 182–183
Салінз, Маршал [Sahlins, Marshall] 128, 202
самоанці [Samoans], і бережливий генотип 86–87
Сахара [Sahara] 190, 192
Сахельський пояс [Sahel region] 190, 192
свинячий грип [swine flu] 90, 99
селітра [saltpeter] 183
Сендберг, Карл [Sandburg, Carl] 25
сепаратизм [separatism] 211
серпоподібноклітинна анемія [sickle-cell anemia] 125, 150–151, 158
серця порок [heart disease] 42, 53, 108, 151–152, 156
симпатричне видоутворення [sympatric speciation] 124–125
система лімітів і торгівлі [cap and trade] 173
сільське господарство – *див.*: рільництво
сім смертних гріхів [seven deadly sins] 201

Слоуфуд, рух [Slow Food movement] 205
смертність, її причини [death, causes of] 83, 87, 88, 92–94, 108, 132, 135, 230
сміттєва ДНК [junk DNA] 7, 70
Сократ [Socrates] 200
сонячна енергія [solar energy] 170, 186, 188–189, 216
соціальна теорія [social theory], і еволюція 196–198
соціальні мережі [social networking] 21, 212–213
спеціалізація [specialization], поведінкова 128–130
Сполучені Штати Америки [United States]
- енергозатратний спосіб життя 184
- й ожиріння 81–83, 87–89
- політика щодо зміни клімату 173–174
Ставангер, Норвегія [Stavanger, Norway] 46–49, 67, 219
Сталін, Йосип [Stalin, Joseph] 62
стільникові телефони [cell phones] 21, 130, 189
стоматологія, рання [dentistry, early] 100–101
Стомел, Генрі й Елізабет [Stommel, Henry and Elizabeth] 179–180
стрес [stress]
- довгочасний 131–132
- короткочасний 132
- хронічний 131–132
стронцій [strontium] 60–61, 63
сучасність [modernity] 204–205

Тамбора, гора (вулкан) [Tambora, Mount (volcano)] 178–181
Танзанія [Tanzania], мисливці-збиральники гадзабе 194–199, 213–214
Тарава [Tarawa], битва за неї 168
Таранісі, Могамед [Taranissi, Mohammed] 141–143
теосинте (рослина) [teosinte (plant)] 63, 70–71
тероризм [terrorism] 21, 23, 208–209, 210
тихоокеанські острів'яни [Pacific Islanders], і бережливий генотип 86–87
Тишкоф, Сара [Tishkoff, Sarah] 98
Тоба, гора (вулкан) [Toba, Mount (volcano)] 122–124, 126, 179
Тоба, озеро на Суматрі [Lake Toba, Sumatra] – *див.*: Тоба, гора (вулкан)
Товариство здоров'я Америки (TFAH) [Trust for America's Health] 81, 83
товарні ціни [commodity prices] 182–183
Томкінз, Ричард [Tomkins, Richard] 19, 79
транскрипційні фактори [transcription factors] 115–116
транслокація [translocation] 115
транспоколінна сила [transgenerational power] 107–108, 156, 170–171, 177, 193
- значення рільництва для неї 77–79
- її означення 77, 107
тривожний невроз [anxiety disorder] 135
тріска [cod] 47–48, 53, 68
Тувалу [Tuvalu]
- ази глобального потепління 165–167
- загальна характеристика 164–167
- і зміна клімату 167–171
тунець [tuna] 47, 52
Туніс [Tunisia] 50–52
Туреччина [Turkey] 73–75, 210
тютюнокуріння [smoking] 83, 87–88
тяжкий гострий респіраторний синдром (SARS), або атипова пневмонія [severe acute respiratory syndrome (SARS)] 89–90

Улф, Стивен [Ulph, Stephen] 210
!Ум!ум!уме [!Um!um!ume] – *див.*: Джуліус (!Ум!ум!уме)
Управління в справах запліднення й ембріології людини (HFEA) [Human Fertilisation and Embryology Authority] 138, 141
ураган Катрина [Hurricane Katrina] 192–193
урбанізація [urbanization] 189–192, 216

фавізм [favism] 98
Файлахер, Йоган [Feilacher, Johann] 111–114, 219
Фейсбук [Facebook] 21, 212–213, 228
Фельдман, Маркус [Feldman, Marcus] 123
фенотип [phenotype], його означення 42, 149
фізична активність [physical activity] 84–89, 106, 152, 159
див. також: ожиріння
Фікс, Джим [Fixx, Jim] 153

Фолвел, Джері [Falwell, Jerry] 207–208
фоновий шум [background sounds] 130, 135,
Фридмен, Томас [Friedman, Thomas] 188
фундаменталізм [fundamentalism] 130, 205–212, 214–215
фундаменталізм, християнський [Christian fundamentalism] 207, 210, 211

«ХАМАС» [Hamas] 208
хвороби [diseases]
- вплив одомашнення тварин 92
- їх генетична діагностика 153–154
- генетичні чинники 149–150
- довгочасні тенденції 93
- інфекційні 80, 88, 89–94, 96, 99
- майбутній глобальний медичний тягар 85, 107, 136
- малярія 88, 94, 96–99, 107, 151
- неінфекційні 42, 88, 93, 107
- чинники середовища 152

див. також: діабет; генетичні розлади; психічні хвороби
«Хізбала» [Hezbollah] 208
хлібовець (хлібне дерево) [breadfruit] 66–67
Хомейні, аятола [Khomeini, Ayatollah] 208
хромосоми [chromosomes]
- намистини 29–34
- їх опис 29
- транслокація 115

хронічний стрес [chronic stress] 131–132

Центр наук про людину Камінгса, Чиказький університет [Cummings Life Science Center, University of Chicago] 28
Центри контролю й профілактики захворювань США [Centers for Disease Control and Prevention] 83, 88, 135
ціни на нафту [oil prices] 171–172, 182, 185, 188
Цукерберг, Марк [Zuckerberg, Mark] 212
цукор [sugar], оброблений 103, 105–106

Чайлд, Вір Ґордон [Child, Vere Gordon] 55
Чатал-Гююк, Туреччина [Çatalhöyük, Turkey] 73–75, 78
Чатемські острови [Chatham Islands] 203
Чжао, Чжицзюнь [Zhao, Zhijun] 65
Чикаґо, штат Іллінойс [Chicago, Illinois] 25–26, 141–142, 202
Чиказький університет [University of Chicago] 26, 28, 219
Чу, Стивен [Chu, Steven] 189

Шел, Елен Рапел [Shell, Ellen Ruppel] 80, 154
Шелі, Мері [Shelley, Mary] 181
шизофренія [schizophrenia] 108, 111, 113, 149, 157, 158–159
Шлосер, Ерик [Schlosser, Eric] 84, 103–104
Шойнер, Марен [Scheuner, Maren] 154
штучне запліднення – *див.*: екстракорпоральне запліднення

ядерна енергія [nuclear energy] 187, 188, 216
ядерні реактори з кульковою засипкою [pebble bed reactors] 187, 188
яномама, індіанці Бразилії [Yanomami Indians] 85
ячмінь [barley] 55, 63, 100,

«British Petroleum» 48
Google 21
Homo sapiens – *див.*: людина розумна
«Marine Harvest» (компанія) 47, 49, 52–53, 67–68, 219
NADPH (nicotinamide adenine dinucleotide phosphate) – *див.*: нікотинамідаденіндинуклеотидфосфат
«Nutreco» 47–48
«Pan Fish» (компанія) 47
Plasmodium – *див.*: плазмодій
PLoS Biology 27, 29, 32
Public Library of Science – *див.*: PLoS
«Spam», консерви 87

ПРО АВТОРА

Спенсер Велз працює науковим співробітником Національного географічного товариства США та запрошеним професором Корнельського університету. Також він очолює Геноґрафічний проект, завдання якого – зібрати й проаналізувати сотні тисяч зразків ДНК людей з усього світу, щоб з'ясувати, як наші пращури заселили планету. Спенсер Велз здобув докторський ступінь при Гарвардському університеті, проводив постдокторські дослідження при Стенфордському й Оксфордському університетах. Автор двох книжок – «Подорож людини» і «Далекі пращури». Нині мешкає в м. Вашинґтон із дружиною, режисером документальних фільмів.

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

Серія «VIAE HUMANAE». Випуск 3

ВЕЛЗ Спенсер

Посіви Пандори

Непередбачена ціна цивілізації

Переклад з англійської та наукова редакція *Тараса Цимбала*

Коректор *В.Є.Білаш*
Оригінал-макет, обкладинка *О.В.Гашенко*

Підписано до друку 30.08.2011. Формат 60x90/16. Папір офсетний.
Друк офсетний. Умовн. друк. арк. 15,0.
Тираж 1500 пр. Зам. № 153.

ТОВ «НВП «Ніка-Центр». 01135, Київ-135, а/с 192;
т./ф. (044) 39-011-39; e-mail: psyhea@i.com.ua; www.nika-centre.kiev.ua
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єктів
видавничої справи ДК №1399 від 18.06.2003

Віддруковано ТОВ «ДІА»
03022, Київ, вул.Васильківська, 45.
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єктів
видавничої справи ДК №1149 від 12.12.2002

Редакція висловлює подяку *Ігорю Падалюку*
за допомогу в підготовці видання

Велз, Спенсер

В27 Посіви Пандори : Непередбачена ціна цивілізації / Спенсер Велз ; пер. з англ. та наук. ред. Т. Цимбал. – К. : Ніка-Центр, 2011. – 240 с. – (Серія «VIAE HUMANAE»; Вип. 3).

ISBN 978-966-521-596-7

ISBN 978-966-521-594-3 (Серія «VIAE HUMANAE»)

Відомий американський популяційний генетик, керівник Географічного проекту Національного географічного товариства США Спенсер Велз на основі передових наукових досліджень показує, як сучасні дії людства (як успіхи, так і проблеми) визначаються доісторичною еволюційною спадщиною людини та фундаментальними рішеннями щодо способу життя, які людство ухвалювало в минулому. Широкий спектр явищ сучасного життя – від антропогенної зміни клімату до епідемії ожиріння та психічних розладів – корениться в еволюційній історії, в яку зараз можна зазирнути завдяки здобуткам у вивченні людського геному. Довгочасні еволюційні тенденції порушують фундаментальні питання щодо найближчого майбутнього людства.

Розрахована на професійних істориків та інших дослідників суспільств, а також на широке коло читачів, яких цікавить минуле та хвилює майбутнє людства.

УДК 316
ББК 60.522

Дослідник, генетик, географ і письменник Спенсер Велз бере нас у захопливу подорож останніми 10 тисячами років історії людства, щоб застерегти про небезпеки, які чекають на нас у найближчі 50 років.

Джаред Даймонд,
лауреат Пулітцерівської премії
за книгу «Зброя, мікроби і харч»

В книжках Спенсера Велза поєднується глибоке розуміння еволюційної історії людини із неабияким талантом оживлювати її перед очима читача. «Посіви Пандори» складаються із переконливих історичних прикладів і зворушливих розповідей з власного досвіду автора, з яких виростає усвідомлення переломного моменту в історії нашого виду – моменту, коли сучасна людина зупиняється, щоб озирнутися на свою довгу еволюційну траєкторію і сповна збагнути темний бік свого існування – ціну цивілізації.

Генрі Луїс Гейтс-молодший,
професор Гарвардського університету

Спенсер Велз звертається до читача з провокативним і вчасним посланням. На його думку, ми перебуваємо в критичній точці історії, коли наша культура може зруйнувати саму суть того, що означає бути людиною. Його прискіпливо обґрунтована й глибока праця дає надію і нарис майбутнього, яке частково спирається на уроки народів, котрі не порвали зв'язків із далеким минулим. Кожен, кому не байдуже майбутнє людства, повинен прочитати цю книжку.

Браян Феген,
автор книжки «Велике потепління
і кроманьйонці»

ISBN 978-966-521-596-7
9 789665 215967
www.nika-centre.kiev.ua