

## Визначення біотехнології

Конвенція Організації Об'єднаних Націй про біологічне різноманіття дає таке визначення біотехнології:

**«Будь-який вид технології, пов'язаний з використанням біологічних систем, мертвих організмів або їхніх похідних для виготовлення або модифікування продуктів чи процесів з метою їх конкретно використання».**

*Текст звірено з оригіналом, опублікованим у Серії договорів ООН (UN Treaty Series) (<http://www.cbd.int/convention/>)*

Термін «біотехнологія» часто використовують як синонім технології генної інженерії XXI ст., проте він охоплює ширше коло процедур для модифікації біологічних організмів відповідно до потреб людства – від початкової модифікації місцевих рослин до поліпшення продовольчих культур шляхом штучного відбору та гібридизації. Біоінженерія — це наука, на якій ґрунтуються всі біотехнологічні методи. З розвитком нових підходів і сучасних методів перед традиційною біотехнологічною індустрією також відкриваються нові перспективи поліпшення якості продукції та підвищення продуктивності систем.

До 1971 р. термін «біотехнологія» стосувався насамперед сільського господарства. Сучасне тлумачення терміна пов'язує його в основному з технологіями генної інженерії, а також з клітинними і тканинними культурами.

У широкому сенсі біотехнологія — це «Застосування наукових знань для використання мікроорганізмів (або їхніх частин) чи клітин і тканин вищих організмів з тим, щоб отримувати все необхідне для споживання і використання в харчовій промисловості».

Інакше кажучи, біотехнологія — це будь-який вид технології, застосовуваної для здійснення змін у біологічній системі. Біотехнологія спирається на суто біологічні науки (генетику, мікробіологію, культуру клітин тварин, молекулярну біологію, біохімію, ембріологію, клітинну біологію) і в багатьох випадках послуговується знаннями і методами, почерпнутими за межами біології (хімічна технологія, біопроцеси, інформаційні технології, біоробототехніка). З другого боку, між сучасними біологічними науками (зокрема, це стосується і молекулярної екології) існує тісний взаємозв'язок,

що й зумовлює їхню залежність від методів, розроблених за допомогою біотехнології.

*Джерело:*

*<http://www.Abiotechnology.com/>  
або <http://en.citizendium.org/wiki/Biotechnology>*

## Сучасна біотехнологія

Сучасна біотехнологія застосовує:

1. Методи *in vitro* з використанням нуклеїнових кислот, включаючи рекомбіновану дезоксирибонуклеїнову кислоту (ДНК) і пряму ін'єкцію нуклеїнових кислот у клітини або органели.

2. Методи, які ґрунтуються на злитті клітин з різним таксономічним статусом, дають змогу подолати природні фізіологічні репродуктивні або рекомбінаційні бар'єри і не є методами, що їх використовують при традиційному схрещуванні та селекції.

*Картахенський протокол про біобезпеку до Конвенції про біологічне різноманіття (ст.3), м. Монреаль, 29 січня 2000 року.*

*Джерело:*

*<http://zakon.nau.ua/doc/?uid=1078.12461.0>*

## Основні досягнення біотехнології в XX ст.

**1968** — Стенлі Коен (Stanley Cohen; 1922 р. н.) застосував плазмідні для надання стійкості до антибіотиків клітинам бактерій.

**1970** — Герб Бойер (Herb Boyer; 1936 р. н.) виявив, що деякі бактерії можуть «обмежувати» активність певних бактеріофагів, синтезуючи ензими (рестриктази).

**1972** — Поль Берг (Paul Berg; 1926 р. н.) провів сплайсинг ДНК з вірусу SV 40 і *E. coli*, створивши рекомбінантну ДНК. Одержав Нобелівську премію 1980 р. разом з Уолтером Гілбертом (Walter Gilbert; 1932 р. н.) і Фредеріком Сенгером (Frederick Sanger; 1918 р. н.).

**1974** — Стенлі Коен, Енні Чанг (Annie Chang) і Герб Бойер (Herb Boyer; 1936 р. н.) здійснили сплайсинг ДНК жаби в *E. coli*, створивши перший рекомбінантний організм.

**1975** — проведено секвенування ДНК Уолтером Гілбертом, Алланом Максемом

(Allan Maxam; 1952 р. н.) і Фредеріком Сенгером.

**1978** — людський інсулін клоновано в *E. coli* біотехнологічною компанією Genentech.

**1986** — Карі Малліс (Kary Mullis; 1944 р. н.) винайшов полімеразну ланцюгову реакцію (ПЛР), в якій ДНК-полімераза може багато разів копіювати сегмент ДНК протягом не тривалого періоду часу.

**1989** — розпочато проект «Геном людини» (ПГЛ / HGP/).

**1990** — дослідники з Національного інституту здоров'я (NIH) застосували генну терапію для лікування пацієнтів.

**1994** — у торгівлю мережу надійшла перша трансгенна їжа — помідор Flavr Savr.

**1997** — Йен Вілмут (Ian Wilmut; 1944 р. н.) клонував вівцю Доллі.

**1997** — створено першу штучну хромосому людини.

**2000** — завершено перший робочий проект «Геном людини» (ПГЛ / HGP/)(90% виконання).

**2003** — перші генетично модифіковані тварини (Glofish) виставлено на продаж у США.

*Джерело:*

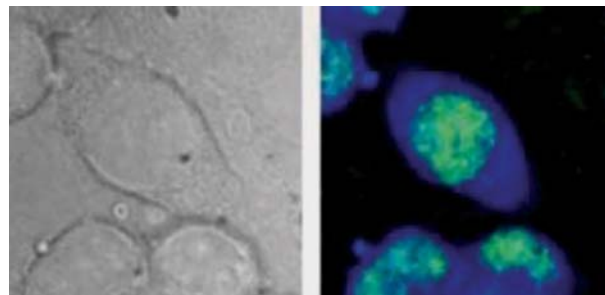
<http://www.answers.com/topic/what-are-the-major-achievements-of-biotechnology-in-the-twentieth-century>

### Потенційні можливості молекулярної коливальної спектроскопії для клітинної діагностики

Робота дослідників Національного інституту стандартів і технології США (NIST) може вдихнути нове життя у використання ефективної, але складної діагностичної методики для клітинної біології. У статті, опублікованій в *Biophysical Journal*, повідомляється, що за допомогою вдосконалених технічних засобів точнішої обробки даних молекулярної коливальної спектроскопії можна швидко отримати докладні молекулярні карти вмісту клітин, не ушкоджуючи їх. Проведені раніше дослідження підтвердили, що для одержання ефективних результатів технічні прийоми слід проводити з такими рівнями роздільної здатності, які є достатніми для клітин.

Методика В-CARS (скорочення від «широкопосмугове і когерентне антистоксівське раманівське розсіяння») є однією з декількох варіацій раманівської спектроскопії, за допомогою якої вимірюють частоти, пов'язані з різними видами коливань атомів та їхніх зв'язків у молекулі. Точна комбінація цих частот є надзвичайно вибіркою ідентифіка-

цією — «відбитками пальців» для конкретної молекули. Раманівську спектроскопію застосовували як «хімічний мікроскоп», здатний деталізувати структури складних об'єктів шляхом зіставлення хімічного складу в кожній точці в тривимірному просторі.



Тест на клітині миші, як показано на зображенні, отриманому за допомогою оптичного мікроскопа (зліва) і з використанням В-CARS (справа).

На зображенні CARS видно специфічні молекули, що належать ядрам клітини (зелений колір) і внутрішньоклітинну рідину (синій колір). Площа зображення — близько 40 мкм. В-CARS-зображення охоплює близько 17 000 окремих спектрів (фото: NIST)

Хімік NIST Маркус Цицерон (Marcus Cicerone), використовуючи раманівську спектроскопію для виявлення мікроскопічних клітинних компонентів, таких як мітохондрія, визначив, як диференціюються стовбурові клітини в нові форми і як їх можна відрізнити від невловимо несхожих клітин і тканин. Цим методом, наприклад, виявляють незначні відмінності між різними передраковими і раковими клітинами, даючи тим самим потенційно цінну з медичної точки зору діагностичну інформацію. Більш того, це можна здійснити без обов'язкового додавання флуоресцентних барвників або будь-яких інших хімічних міток для визначення специфічних протеїнів.

Цицерон вважає, що основною перевагою його методу є швидкість. Звичайний метод, спонтанне раманівське розсіяння, потребує багато часу для одержання достатньої кількості даних, необхідних для отримання одного спектра, — близько 7 хв витрачається на дрібні деталі — і так для кожної точки зображення. Адаже 7 або навіть 5 с у спектрі — це неймовірна витрата часу в разі необхідності отримання мільйонів спектрів зображень. За методом CARS з використанням пари лазерів накачування коливальних станів і збільшення сигналу є частиною відповіді. Важливе наукове відкриття, зроблене за допомогою широкопосмугового інструмента CARS, розробленого в NIST, дає змогу отри-

мувати цю саму інформацію протягом 50 мс на піксель.

Новим досягненням цього методу є продуктивність. У нещодавно виконаних роботах встановлено, що для отримання необхідних даних лазери, використовувані в CARS, повинні мати рівні потужності, які перевищують поріг руйнування для живих клітин, що робить техніку практично недоцільною для клінічних потреб. Однак, на думку групи фахівців NIST, це не зовсім так. У їхній статті описано поєднання вдосконаленого устаткування для отримання спектрів у дуже широкому діапазоні довжин хвиль і витончених математичних методів, за допомогою яких ефективно посилюється корисний сигнал шляхом вивчення частини сигналу, що його зазвичай ігнорують як фонову перешкоду. За словами Цицерона, це зменшує мінімальний рівень потужності нижче за поріг руйнування, зберігаючи при цьому швидкість CARS. В результаті є інформація в повному обсязі, що її отримують за допомогою раманівського спектра, але в 5–100 разів швидше, і при цьому відкриваються очевидні перспективи для ширшого використання коливальної спектроскопії в біології і клінічній діагностиці.

*Оригінальну статтю під назвою «Faster CARS, Less Damage: Chemical Microscopy Shows Potential for Cell Diagnostics» наведено з редакційною адаптацією ScienceDaily за матеріалами, наданими National Institute of Standards and Technology (NIST).*

*Джерело:*

<http://www.sciencedaily.com/releases/2010/10/101014121156.htm>

### **Проект картування генів пропонує нові підходи до розгадки людського організму**

Попередні дані, отримані «Проектом 1000 геномів» зі створення докладної карти генетичного різновиду людини, вже пропонують нові підходи до вирішення проблем хвороб людини, зокрема з'ясування, чому деякі люди більш схильні до захворювань порівняно з іншими.

Д-р Еван Ейчлер (Evan Eichler) з Університету Вашингтона в Сіетлі і його колеги використовували результати, отримані на експериментальному етапі проекту з виявлення тонких генетичних відмінностей між людьми в ділянці геному, в якій послідовності ДНК повторюються багато раз. На думку Ейчлера, це буде справжнім проривом у розумінні генетичних основ захворювання людини.

Його висновки опубліковано в онлайн-версії журналу «Science» і вони збігаються з публікацією попередніх даних, отриманих «Проектом 1000 геномів» і опублікованих в Nature, де наведено карту послідовностей і порівняння геномів 2 500 людей з різних регіонів земної кулі. Очікується що ці дані дадуть дослідникам ключ до розуміння генетичних причин захворювання. Ейчлер зазначив, що відмінності в послідовності ДНК, відомі як варіація різних копій, традиційно важко порівнювати, але з їхньою допомогою можна пояснити, чому одні люди хворіють, а інші — ні. І також можна пояснити, чому одні люди хворіють серйозніше, ніж інші. Аналіз дублювання сегментів геному провели за багатьма ознаками, які відрізняють людину від інших приматів, — повідомив Ейчлер на прес-конференції, додавши, що ці ознаки також можуть бути пов'язані з такими захворюваннями, як шизофренія і аутизм.

Такі висновки стали можливими завдяки технічним досягненням, у результаті яких досліджується послідовність генетичної інформації такими компаніями, як Illumina і Roche. Це дасть змогу дослідникам швидко досягти успіхів у розумінні різних варіацій у генах людини.

Річард Дурбін (Richard Durbin), лідер групи Інституту Wellcome Trust Sanger і співголова «Проекту 1000 геномів» повідомив, що вже зараз, на етапі експерименту, під час обстеження 179 людей проідентифіковано понад 15 млн. генетичних відмінностей між ними. І більше половини із цих відмінностей досі не було зафіксовано.

Це — найповніший своєрідний каталог, що сприятиме підвищенню ефективності використання генетичних досліджень людини. Він містить дані, отримані більш ніж від 800 осіб, включаючи близько 16 млн. відтінків у генетичному коді, які раніше не були відомі.

Дурбін зазначив, що дослідникам зараз відомо 95% генетичних варіантів у будь-якому індивідумі, які допоможуть фахівцям з'ясувати генетичну природу рідкісних і поширених генетичних захворювань.

Учені виявили, що кожна людина несе в собі значну кількість потенційно небезпечних генетичних мутацій, що містять від 250 до 300 генів, які мають дефектні варіанти. Нова генетична карта дозволить дослідникам вивчити вплив нещодавніх еволюційних перетворень на геном людини.

*Джерело:*

<http://planetark.org/wen/60089>

**Дослідженнями виявлено,  
що для запобігання інбридингу  
в процесі еволюції квіткових рослин  
було сформовано складні гени**

Група дослідників під керівництвом Те-х'ю Као (Teh-hui Kao), професора біохімії і молекулярної біології Університету штату Пенсильванія, спільно з групою під керівництвом професора Сейджі Такаяма (Seiji Takayama) Інституту науки і технології округу Нара в Японії, виявили великий набір генів у рослини петунії, що перешкоджають спорідненому або близькоспорідненому схрещуванню, а також сприяють розмноженню з неспорідненими представниками рослин.



**Збільшене фото квітки петунії,  
на якому видно зелений товкач,  
щільно оточений білими пильовиками  
(фото: Ken-ichi Kubo)**

Багато в чому так само, як інбридинг людини іноді призводить до генетичних захворювань і слабкого здоров'я, у деяких інбредних рослин також знизилась пристосованість і, отже, розвинулись механізми переважного зростання їхнього потомства порівняно з гібридами — змішування в результаті схрещування генетично різних представників одного виду. Повідомлення про це відкриття було опубліковано в листопаді 2010 р. в журналі *Science*. Ідентифікацію зазначених генів було зроблено слідом за раніше виявленими Као двома додатковими генами, що перешкоджають інбридингу в одній і тій самій рослині. Као пояснює це тим, що у людей є механізми для запобігання інбридингу, які є частково набутими. Але ж рослина не може просто встати і переміститися кудись, щоб знайти відповідного, неспорідненого партнера. Тут має спрацювати якась інша система.

Для розгадки цієї таємниці, яку Као назвав «система розпізнавання не-я», у середині 1980-х рр. він почав вивчати генетичну послідовність петунії. Вона і багато інших поширених садових рослин є гермафродитами, що мають як чоловічі, так і жіночі ре-

продуктивні органи, і ці органи містяться в безпосередній близькості в тій самій квітці. Ця флористична структура просто скидає пилок рослин прямо на ґрунт, унаслідок чого відбувається самозапилення і з'являється генетично неповноцінне, інбредне потомство. Для запобігання самозапиленню багато квітучих рослин, зокрема петунії, виробили стратегію, так звану самонесумісність або здатність розпізнавати «свої» і «не свої» компоненти як чоловічих, так і жіночих репродуктивних органів.

*Попередні дослідження*

Враховуючи гермафродитну природу петунії, Као і його колеги припустили, що має існувати як чоловіча, так і жіноча генетична стратегія запобігання схрещуванню рослини із самою собою або з близькими родичами. У 1994 р. група дослідників зіткнулася з першим завданням головоломки про самонесумісність. У статті, опублікованій в *Nature*, Као з колегами повідомили, що їм вдалось ідентифікувати ген, названий S-РНК (S — від англ. self-incompatibility — самонесумісність) у петунії *Petunia inflata*, дикого родича садової петунії. Ген S-РНК контролює самонесумісність у товкачі — жіночому репродуктивному органі рослини. Завдяки цьому гену товкач може розрізнити власний і невластний пилок, який є аналогом сперматогонії, та знищувати власний пилок для запобігання інбридингу.

Пізніше, в іншій статті, опублікованій у *Nature* в 2004 р., Као з групою дослідників сповістили про відкриття чоловічого аналога S-РНК — гена Тип-1 SLF, який управляє самонесумісністю в пилку, розрізняючи протейні S-РНК власного і невластного пилку і, зокрема, детоксифікуючи невластні S-РНК-протейні, що дає змогу проводити схрещування.

Іншими словами, було виявлено, що S-РНК і гени Тип-1 SLF проводили сумісний контроль дозволу або перешкоджання потраплянню певного пилку в свою репродуктивну систему. Таким чином, встановлено, що завдяки генетичній взаємодії між чоловічими і жіночими компонентами генів рослини, що обпилюються власним пилком або пилком аналогічного генотипу, не давали насіння. Проте рослина, що обпилюється пилком абсолютно різних генотипів, давала насіння й успішно відтворювалась.

Нещодавно Као і його колегам вдалося розшифрувати важливі частини головоломки, що їх бракувало, про самонесумісність. У ході попередніх досліджень інші дослідники, які вивчають еволюційну історію

генів Тип-1 SLF і S-РНК, не знайшли жодних доказів коеволуції, що було вельми дивовижним, оскільки чоловічі й жіночі гени, що безпосередньо беруть участь у регулюванні само/несаморозпізнання під час гамогенезу, мали б коеволуційонувати. Адаже еволюційний цикл генів Тип-1 SLF набагато коротший, ніж у S-РНК.

Тим часом група Као відзначила, що різноманітність алельної послідовності Тип-1 SLF значно нижча порівняно із S-РНК. Тому цілком закономірно постає питання: як за обмеженої алельної різноманітності алельні варіанти Тип-1 протеїнів SLF можуть розпізнавати широкий спектр із 40 або більше протеїнів S-РНК, що суттєво розрізняються. Као зізнається, що вони були спантеличені тим, що ген Тип-1 SLF має таку нетривалу еволюційну історію, і алельні варіанти Тип-1 SLF-протеїну виявляють таку низьку різноманітність послідовності. Адаже відомо, що чоловічі й жіночі генетичні партнери не повинні мінятися один з одним упродовж еволюції — вони мають коеволуційонувати, тобто бути старішими й численнішими порівняно з генами SLF, які контролюють чоловічу частину співвідношення.

#### Нові відкриття

У роботі, яку буде опубліковано незабаром у *Science*, ця група дослідників повідомить про визначення п'яти додаткових типів генів SLF — від Тип-2 до Тип-6 SLF, виявлених у тій самій ділянці хромосоми, що й ген Тип-1 SLF. Као з колегами виявили, що як ген Тип-1 SLF, безумовно, відіграє важливу роль в запобіганні інбридингу, так і Тип-2 й Тип-3 і, ймовірно, нові типи генів SLF також контролюють самонесумісність.

Вони вважають, що кожен Тип-1 SLF-протеїнів може розпізнавати тільки обмежену кількість невласних компонентів S-РНК. Тим часом, як з'ясувалось, кожен з додаткових типів SLF-протеїнів може розпізнавати різні набори невласних протеїнів S-РНК, і всі вони в сукупності відповідають за весь комплекс невласної ідентифікації. Це відкриття вирішило головоломку коеволуції між чоловічими і жіночими генами, а також як один тип SLF-протеїну може розпізнавати велику кількість абсолютно різних протеїнів S-РНК.

Као також пояснив, що самонесумісність у рослинах можна порівняти з адаптивною імунною системою у хребетних. Рослини повинні розрізняти своє й чуже і мають знати, з якими рослинами потрібно схрещуватися, а які відкидати, як дуже схожі. Так само

і наші тіла відчувають відмінність між «Я» і «Не-я» і самостійно вирішують, що атакувати, а чому дати спокій.

Као вважає, що коли патогени потрапляють в наш організм, наші Т-клітини розпізнають їх як чужі організми і борються з ними за допомогою антитіл В-клітин. Атаки на наші власні тканини і є автоімунними розладами, прикладами яких є артрит і вовчак.

Као також зазначив, що так само, як і ми виробили багато різних типів Т-клітинних рецепторів для колективного розпізнання чужорідних антигенів, з якими можемо зіткнутися в нашому середовищі, рослини виробили багато версій генів самонесумісності, що реалізують різні типи SLF-протеїнів у пилку для колективного розпізнання великого набору можливих чужих елементів — S-РНК-протеїнів.

Окрім Као, такі самі результати отримали дослідники Інституту з науки і техніки округу Нара (Японія), Університету штату Пенсильванія та Університету округу Чібо (Японія).

Повну версію статті під назвою *Collaborative Non-Self Recognition System in S-RNase-Based Self-Incompatibility* опубліковано в *Science*, 2010; 330 (6005): 796-799 DOI: 10.1126/science.1195243

Джерело:

<http://www.sciencedaily.com/releases/2010/11/101104154224.htm>

#### Хромосомний дисбаланс призводить до прогнозованих дефектів рослин

За даними, отриманими дослідниками Університету Пурдю (Purdue), США, фізичні дефекти в рослинах можуть бути передбачені на основі хромосомного дисбалансу, інформація про який може пояснити процес вставки або делеції генів і вплив генома на мікрофлору. Брайан Ділкс, доцент Університету Пурдю, повідомив, що ці висновки збігаються з легковимірюваними параметрами, які змінюються за дисбалансу конкретних хромосом. Розуміння того, чому і як цей дисбаланс впливає на деякі характеристики, може відкрити можливості виправити ці дефекти не тільки у рослин, але й у тварин і людини. Класичним прикладом в організмі людини може слугувати синдром Дауна, пов'язаний з додатковою копією 21-ї хромосоми.

Ділкс вважає, що здатність організму до реплікації і передачі всіх своїх генів нащадкам є вкрай важливою. Група учених виявила, що є гени, чутливі до відношення певних

генів до решти частини генома. У разі порушення цього балансу організм виходить з ладу.

У рослин дисбаланс між числом хромосом може спричинити дефекти в стеблах, листі, квітах та інші фізичні особливості. Розуміння того, як цей дисбаланс призводить до патологічних змін, дозволить ученим управляти характерними ознаками рослин з метою збільшення біомаси для палива або для іншого застосування. Ділкс упевнений, що засвоївши ці правила, можна буде передбачити результат вставок або делецій генів в організмі і побачити наслідки зміни доз хромосом. Ця проблема цілком вирішувана.

Ділкс є співавтором роботи, опублікованої в онлайн-версії журналу *Genetics*, науковий співробітник програми досліджень хромосом рослини *Arabidopsis thaliana*, що виконується в Центрі генома Девіса при Університеті шт. Каліфорнія. Ця група вчених використовувала природні й штучно вирощені рослини з численними копіями кожної хромосоми, так звані поліплоїдами, а потім схрещувала їх для створення анеуплоїдів, або рослин з іррегулярним числом хромосом. Для визначення того, яких хромосом недостатньо або які є в надлишку, проводилися експерименти з анеуплоїдами, що мають або надлишок або нестачу хромосом. Потім визначали фенотип цих рослин і робили аналіз їхніх фізичних характеристик. Коли зіставили дисбаланс фенотипів і хромосом, то стало зрозуміло, що конкретним фенотиповим характеристикам відповідали більш-менш певні хромосоми. Наприклад, діаметр стовбура був більший у рослин з надлишком хромосоми 1 і дефіцитом хромосоми 3. Для перевірки цих результатів було створено рослини, що мають як надлишок хромосоми 1, так і нестачу хромосоми 3, при цьому, як і передбачалося, діаметр стовбура збільшився.

У свою чергу, дивовижним було те, що хромосомний дисбаланс призвів до аномальних рис, що виявлялись у потомстві. Рослини з нормальним числом хромосом, що їх було одержано від рослин з хромосомним дисбалансом, мали б бути нормальними, але у них, як і раніше, виявились аномальні ознаки.

Ділкс зі здивуванням відзначає, що з цими хромосомами щось не так і вони не знають причини цього, але припускають, що дозування хромосом виявилось через багато поколінь. Послідовність ДНК свідчить про те, що ці рослини мали б бути абсолютно нормальними, але це не так. Ділкс вважає, що майбутні дослідження мають бути зосереджені на хромосомному дисбалансі сільсь-

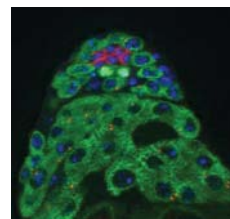
когосподарських культур, таких, зокрема, як кукурудза, і на спробі зрозуміти, як вставки або делеції генів зумовлюють специфічні фенотипові характеристики.

Джерело:

<http://www.sciencedaily.com/releases/2010/11/101103135338.htm>

### Стовбурові клітини «на дієті». Учені з'ясували, як реагують стовбурові клітини на кількість поживних речовин

Дослідження вчених Інституту біологічних досліджень Солка (Salk), шт. Каліфорнія (США), показали, що стовбурові клітини можуть відчувати зменшення кількості поживних речовин і реагувати шляхом збереження лише невеликого пулу активних клітин для підтримки росту тканини. З настанням сприятливих умов (якщо це взагалі можливо) число клітин збільшиться.



Симетричне розподілення чоловічих зародкових стовбурових клітин (GSCS) в яєчках дрозофіли.

Чоловічі клітини зародкової лінії на кінчику яєчка дрозофіли (яскраво-зеленого кольору) діляться симетрично. Обидві дочірні клітини контактують з клітинами хаба (червоний колір). (фото надано доктором Кетрін Маклеод, Інститут біологічних досліджень Солка)

Результати досліджень механізмів, за допомогою яких гормональна сигнальна система впливає на поведінку стовбурових клітин у нормальних умовах й у відповідь на стрес, дає важливу інформацію про застосування цих клітин в регенеративній медицині в процесі загоєння ран та для осіб, які перебувають в умовах метаболічного стресу, було опубліковано в електронній версії журналу *Current Biology* в листопаді 2010 року.

Лін Джонс (Leanne Jones), доцент лабораторії генетики, яка керувала цими дослідженнями, вважає, що тканини, підтримувані стовбуровими клітинами, реагують на несприятливі умови навколишнього середовища, знижуючи загальну кількість стовбурових клітин, а також їхній метаболізм, але підтримують їх у такому стані, що вони можуть швидко й ефективно позитивно реагу-

вати, як тільки умови живлення стають сприятливішими. Стовбурові клітини з їхніми визначальними характеристиками — значним проліферативним потенціалом і здатністю давати початок одному або декільком спеціалізованим типам клітин — є у всіх ранніх ембріонах. Проте з досягненням дорослого життя залишається тільки декілька клітин, що зберігаються в своїх власних нішах. Однак вони зберігають чудову можливість: можуть працювати в «стійкому стані» для підтримки і відновлення тканин. За несприятливих умов життя тварини можуть проходити через період скорочення метаболізму з метою розподілу обмежених ресурсів і підтримки тканинного гомеостазу. Крім того, у тварин, які перебувають у стані зимівлі, відзначається зниження швидкості метаболізму як частини їхнього нормального циклу. Джонс зауважив, що він лише частково розуміє молекулярний механізм координації тканинного гомеостазу під час змін у метаболізмі. Так, украй мало відомо про вплив хронічних змін, що стосуються наявності живильних речовин, на дорослі стовбурові клітини і тканини, які вони підтримують.

Що стосується яєчок дрозофіли, то в одному з досліджень Джонса «екосистем» стовбурових клітин встановлено, що вони розміщувалися на вершині яєчка, ховаючись у своїй ніші, яка також відома як апікальний хаб (група стовбурових клітин). У процесі поділу стовбурових клітин одна дочірня клітина виходить з ніші для створення зрілої сперми. Останні дочірні клітини залишаються на місці, зберігаючи ідентичність стовбурових клітин. У більш ранньому дослідженні Джонс з групою дослідників показали, що клітини хаба посилають місцевий сигнал, який підтримує сусідні стовбурові клітини, унаслідок чого клітини хаба стають найважливішим компонентом ніші стовбурових клітин. Нещодавно вони досліджували, як стовбурові клітини реагують на зміни метаболічного стану організму та яким чином цей процес може регулювати інсулін. Метаболічний шлях «інсулін/інсуліноподібний фактор» (IGF), який, як відомо, контролює глюкозу в крові, слугує «живильним датчиком» і відіграє важливу роль у старінні багатьох організмів, зокрема плодкових мушок.

Коли дослідники годували мушок «бідною», позбавленою протеїнів дієтою, рівень циркулюючих інсуліноподібних пептидів різко падав, сім'яники голодних мушок ставали тоншими, і кількість стовбуро-

вих клітин почала знижуватися. Після повторного годування експресія інсуліноподібного пептиду і кількість стовбурових клітин швидко відновлювалися. Дослідники виявили, що у голодних мушок було менше стовбурових клітин і вони ділилися повільніше. Проте навіть після тривалого голодування залишався невеликий пул активних стовбурових клітин. Оскільки зародкові стовбурові клітини були єдиними клітинами, що здатні передавати генетичну інформацію наступному поколінню, у дослідників виникло припущення, що унікальна лінія поведінки, можливо, адаптувалась у процесі еволюції, щоб захистити ці клітини в умовах тимчасових змін в навколишньому середовищі. Вони також виявили, що аналогічну реакцію на дефіцит протеїну і повторне годування продемонструвала інша популяція клітин — стовбурові клітини, що присутні в кишках. Це свідчить про те, що координація підтримки кількості стовбурових клітин у відповідь на зміни навколишнього середовища є стратегією, що використовується багатьма тканинами.

Джонс і її група вважають, що, ймовірно, зв'язок між регуляцією інсуліном і реакцією стовбурових клітин може бути важливим не тільки в разі обмеження живлення, але й в інших ситуаціях, коли відбувається зміна метаболізму. Слід ще з'ясувати, як змінюється гомеостаз тканини в ситуації, коли організм не може точно контролювати або використовувати наявні поживні речовини, наприклад у людини, хворої на діабет.

Співавтор цієї роботи Лі Ванг (Lei Wang) припускає, що подальші дослідження стосовно взаємозв'язку між наявністю поживних речовин і поведінкою стовбурових клітин зможуть дати відповідь на питання, чому люди, які недоїдають або вживають надлишок їжі, схильні до метаболічних захворювань або раку, а також, чи можна вважати кардинальні зміни в режимі харчування пацієнта елементом лікування?

Повну версію статті **Stem Cell Dynamics in Response to Nutrient Availability**, автори Catherine J. McLeod, Lei Wang, Chihunt Wong, D. Leanne Jones, опубліковано в *Current Biology*, 4 листопада 2010 року: DOI: 10.1016/j.cub.2010.10.038

Джерело:  
[http://www.sciencedaily.com/  
 releases/2010/11/101104154326.htm](http://www.sciencedaily.com/releases/2010/11/101104154326.htm)

### Бактерії як «добрий самаритянин» дають нові ключі до розгадки антибіотикорезистентності

Світ повен добрих самаритян, багатьох з них ви віднайдете в своєму власному організмі. Джеймс Дж. Коллінз (James J. Collins), біолог з Університету м. Бостона (США), виявив, що невелика кількість антибіотикорезистентних бактерій допомагає своїм чутливим до зовнішніх впливів аналогам витримати натиск антибіотиків, навіть зі збитком для себе.



Відкриття здатності деяких кишкових паличок (*E. coli*) захищати інші бактерії може сприяти створенню більш ефективних препаратів (фото авторів)

Коллінз і його колеги піддавали культуру кишкової палички, деякі штами якої колонізували кишечник людини і тварин, а інші штами викликали спалахи певної хвороби, дії збільшеної кількості антибіотиків протягом тривалого періоду часу. Коли вони періодично аналізували рівень стійкості мікроорганізмів до лікарських засобів у колонії, то побачили щось несподіване: попри те, що вся популяція чудово почувалась у присутності препарату, деякі окремі бактерії були насправді нечутливими. Дослідників укривало здивування те, що рівень резистентності окремих штамів був значно нижчий порівняно з популяцією в цілому. Коллінз нещодавно опублікував ці результати в журналі *Nature*. Подальший аналіз показав, що стійкі мутанти секретували молекулу індолу, що перешкоджала їхньому власному росту, але сприяли виживанню решти популяції, активуючи адсорбцію ліків на бактерійні клітинні мембрани.

Ці висновки спонукають вчених до розроблення ефективніших антибіотиків. Якщо за сприяння індолу патогенні бактерії здатні протистояти антибіотикам, то не виключено, що лікарський препарат може бути мало-ефективним. Марк Андерсон (Mark Anderson), головний науковий співробітник дослідного центру Emeryville (шт. Каліфорнія), створеного на базі NovaBay Pharmaceuticals,

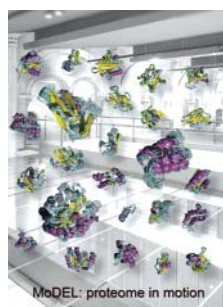
де розробляють препарати для лікування стійких до антибіотиків інфекцій, зазначив, що окрім усього іншого результати досліджень свідчать про можливість одного прекрасного дня використовувати індол або терапевтичний засіб на його основі, за умови, якщо буде доведено безпеку процесу, за якого корисні бактерії витіснятимуть патогенні бактерії в сечовідних шляхах або кишковій системі.

Ці результати допоможуть замінити метод, яким лікарі виявляють інфекції у своїх пацієнтів. Коллінз відзначає також, що якщо бактерійна популяція може стати стійкою до антибіотиків навіть тоді, коли лише невелика кількість людей мають відповідні генетичні мутації, то лікарі, які беруть у пацієнтів проби і роблять аналіз малих бактерійних зразків, можуть недооцінити, наскільки стійкими є інфекції загалом. Адже одноклітинні організми можуть функціонувати як своєрідний багатоклітинний організм, і таким чином ізольовані зразки не можуть відображати всю картину в цілому.

Джерело:

<http://www.scientificamerican.com/article.cfm?id=nice-germs-finish-last>

### Протеїни в русі: найбільша в світі відеобаз даних, що стосується протеїнів, для фармацевтичної промисловості



Учені комп'ютерного центру MareNostrum у Барселоні під керівництвом Модесто Ороско (Modesto Orozco) з Інституту досліджень в галузі біомедицини (Institute for Research in Biomedicine, IRB Barcelona) репрезентували найбільшу в світі базу даних стосовно руху протеїнів.

Ця нова база даних, названа MODEL, містить результати досліджень щодо 1 700 протеїнів і частково доступна для дослідників усього світу через Інтернет. MODEL розроблено з метою вивчення фундаментальної біології протеїнів, прискорення і полегшення розробки нових лікарських засобів.

Ороско, який є керівником групи молекулярного моделювання і біоінформатики IRB Барселони, повідомив, що на цей час група працює над створенням ліків, дія яких спрямована на протеїни, які були б статичними. А це нелегке завдання, оскільки потрібно пояснити невдачі в розробленні нових терапевтичних методів лікування. Ко-



ристуючись базою даних MODEL, цю проблему можна вирішити, оскільки вона пропонує користувачеві від 10 000 до 100 000 фотографій на кожен протеїн, що дозволяє порівнювати рух цих структур і отримувати більше інформації. За повідомленням дослідників, уже декілька фармацевтичних компаній почали користуватися цією базою для розроблення перших препаратів, призначених для лікування раку і запальних захворювань, які можуть стати доступними найближчим часом.

### **Робота над проектом**

Учені, які розробляють MODEL, працюють на основі міжнародного каталогу статичних структур протеїну (близько 40 000), названого банком даних протеїнів (Protein Data Bank — PDB). 1 700 відео протеїнів із 40 000 складових PDB становлять лише невелику частину, але багато з PDB-структур є дуже схожими. Тому відповідно до встановлених міжнародних критеріїв подібності ця група учених опрацювала й представила близько 40% протеїнів з відомою структурою.

Утім, для Модесто Ороско найважливішим є те, що на сьогодні MODEL охоплює понад 30% структур, які належать до протеїнів людини і становлять інтерес з фармакологічного погляду, тобто потенційно відповідають вимогам до нового препарату. Оскільки ці дані отримано в результаті дуже точних випробувань, то вчені вважають, що насправді вони досягли ще більших успіхів. Проте розробки MODEL тривають, і подальших результатів можна очікувати значно швидше, оскільки система отримала загальне визнання. За словами дослідників, головною метою є концентрація уваги на відповідних протеїнах, що причетні до захворювань людини, і протягом 2–3 років фармацевтичну проблему буде вирішено на 80%.

Проект MODEL субсидують IRB Барселони, суперкомп'ютерний центр Барселони, фонди Marcelino Botin, Genoma Espasa, Національний інститут біоінформатики і низка європейських проектів.

*Джерело:*

<http://www.ebionews.com/news-center/research-frontiers/systems-bio-a-personalized-med/28922.html>

### **Дві популяції курей дають інформацію про нову генетичну інтерпретацію**

Дослідження великих, швидкорослих і дрібних, що ростуть повільно, курей дають нові важливі знання про природу генетич-

них змін, які зумовлюють здатність швидко адаптуватися до нових екстремальних умов.

Висновки, зроблені на основі цих досліджень вченими з Швецького університету аграрних наук, Університету Упсали в Швеції, політехнічного інституту Вірджинії і державного університету (Virginia Tech) у США, були нещодавно опубліковані в журналі PLoS Genetics в онлайн-режимі.

Ці дані можуть дати важливу інформацію стосовно еволюційного процесу, а саме: як слід проводити селекцію тварин і рослин та вивчати епідеміологію таких патологічних станів, як ожиріння і цукровий діабет. Відтоді як Ч. Дарвін представив свою теорію еволюції, учені намагалися зрозуміти механізми пристосування видів до нових умов існування.

У наступному випуску PLOS Genetics дослідники з Упсали і Вірджинії пояснюють, яким чином генетичні варіації можуть виявлятися в сотнях генів у популяції, унаслідок чого ці популяції здатні швидко адаптуватися до нових екстремальних умов.

### *Великі й дрібні*

Дослідники використовували унікальну модель курки, виведеної у США. Професор Пауль Зігель (Paul Siegel) з Virginia Tech з 1957 р. вивчає біологічну дію відбору на основі маси тіла. Із загальної популяції курей він вивів дві лінії: одну з високими темпами росту, а другу — з низькими. Для виведення нового покоління з лінії швидкорослих курей були вибрані найбільші зразки; найдрібніших особин вибрали з лінії слаборослих. Наразі птах у віці восьми тижнів з лінії з високими темпами росту має масу тіла у вісім разів більшу, ніж особина з лінії з низькими темпами.

Професор Орджан Карлборг (Orjan Carlborg) із Швецького Університету аграрних наук (Swedish University of Agriculture Sciences — SLU), який ініціював генетичні дослідження лінії курей разом з професором Зігелем, пояснив це тим, що оскільки особини відбиралися на основі взятої окремо характеристики, яка визначається як генетичними, так і екологічними факторами, то ці кури були відмінною моделлю для вивчення числа генів, які зробили свій внесок до цих діаметрально протилежних змін у розмірах птахів.

### *Інтенсивна селекція*

Аналізуючи відмінності між майже 100 000 генетичних маркерів у ДНК двох ліній, дослідникам вдалося показати, що у них тепер є варіанти понад 100 генів. Матс Петтерссон (Mats Pettersson) із SLU, який

проводив дослідження разом з Ганною Йоханссон (Anna Johansson), також із SLU, повідомили, що вони зуміли ідентифікувати внесок багатьох генів, оскільки селекція в лініях упродовж 50 років відбувалася настільки інтенсивно, що її можна ототожнити з декількома тисячами років природного відбору.

Уперше вдалося експериментально продемонструвати в таких великих масштабах, що існуючі генетичні варіанти мають важливе значення, якщо популяції адаптуються до нового середовища шляхом природного або штучного відбору.

Йоханссон повідомила, що вони застосували новий метод з метою з'ясувати, як варіанти генів, присутніх до програми виведення, почали впливали на зміну розмірів тіла у двох лініях курей. Результати експериментів показали, що більшість із варіантів генів, зафіксованих на цей час у двох лініях, присутні в оригінальній популяції. Це свідчить про те, що мутації в процесі відбору не такі важливі, як вважали раніше.

#### *Медичні характеристики*

На відміну від темпів росту, дві лінії курей також відрізнялися одна від одної за певними характерними рисами, такими як апетит, ожиріння та імунологічний захист. Особини лінії з високими темпами росту характеризувалися підвищеним апетитом, тимчасом як лінії з низькими темпами росту — відсутністю апетиту; особини першої лінії були гладкими, а другої — худими, першої — виявляли слабший імунологічний захист порівняно з особинами другої лінії.

Професор Карлборг (Carlborg) повідомив, що йому з колегами вдалось ідентифікувати багато ділянок ДНК, за якими дві лінії відрізняються. Зараз ця група вчених має змогу точніше вивчити, які з них з медичної точки зору впливають на такі важливі риси, як апетит, ожиріння та імунологічний захист. Це дасть нове розуміння і зрештою сприятиме створенню кращих лікарських засобів для боротьби з багатьма іншими захворюваннями.

Наведене вище повідомлення є перекладом (з редакційною адаптацією, виконаною персоналом Science Daily) матеріалів, наданих Expertanswer — шведською мовою), за допомогою AlphaGalileo.

*Джерело:*

<http://www.ebionews.com/news-center/research-frontiers/systems-bio-a-personalized-med/29009.html>

#### **«Зелена» енергетика як символ нового економічного циклу**

Маркетологи американської компанії Abound Solar Manufacturing винайшли підхід, що якнайкраще символізує настання нової економічної епохи. Високотехнологічне виробництво тонкоплівкових сонячних батарей в Індіані, на яке уряд США виділив 400 млн. доларів, розмістили в колишньому виробничому цеху компанії Chrysler — символі епохи великих автомобілів, ненаситних пожежарів нафтопродуктів.

#### *Символи економічних епох*

Кожен світовий економічний цикл має свої символи. Повоєнне зростання багато економістів часто називають «епохою великої нафти». Не випадково автомобільна індустрія — один із символів того часу. У 50–70-х р. ХХ ст. столицею світового успіху вважали американське місто Детройт, де розташували свої штаб-квартири тодішні лідери світової автоіндустрії — General Motors, Ford і Chrysler. У 50-ті тут було зосереджено найбільші автозаводи, 4 із 5 автомобілів у світі виготовляли саме тут. Місто процвітало. Тут працювали розкішні готелі, театри, галереї.

Після нафтових криз 70-х рр. ХХ ст. світ уперше задумався про нафтову залежність. Уже тоді найбільші нафтові гіганти почали потихеньку вкладати гроші в «зелені» енергетичні технології. Тоді ж став зароджуватись новий економічний цикл, в основі якого лежали електронні та інформаційні технології, гена інженерія й нові фінансові механізми. Символами наступної епохи стали комп'ютери та Інтернет, але не складні фінансові інструменти, на кшталт деривативів.

У 90-х рр. символи успіху зосередились у Нью-Йорку на Уолл-Стрит, а Детройт став занепадати, його населення до початку нового століття скоротилось у два рази, цілі хмарочоси і ділові райони спорожніли. Запустіння Детройта — найяскравіший приклад зміни епох. У 2008 р., згідно з рейтингом журналу Forbes, Детройт визнано найбільш неблагополучним містом у США — тут найвищі рівень злочинності, екологічні проблеми і друге місце в країні за кількістю безробітних. Журнал Time присвятив занепаду Детройта спеціальний випуск. Символічним похоронним акордом для давно минулої епохи стала у 2009 р. офіційна процедура банкрутства компанії General Motors, яка впродовж 77 років залишалася найбільшою світовою автомобільною корпорацією.

#### *Символ нової епохи*

Глобальна економічна криза ознаменувала початок нового економічного циклу.

Його основою більшість учених називають нано- і біотехнології, а також альтернативну енергетику. Цілком очевидно, що остання вже стала символом нової епохи.

Як завжди, все нове народжується в муках. 2009 рік визнано одним із найгірших в історії світової економіки. Обсяг венчурних інвестицій опустився на найнижчий рівень за останні 10 років. Вкладень у нові технології було як ніколи мало. Компанії в усьому світі намагались просто вижити.

Але енергетика з відновлюваних джерел практично не звернула уваги на кризу. За останні кілька років вона зробила стрімкий ривок: щорічно приплив грошей у цю галузь збільшився на 30–50%. За деякими оцінками, підприємства «зеленої» енергетики вже в 2007 р. за доходами перевищили фармацевтичні. Якщо в 2004 р. в галузь надійшло близько 40 млрд. доларів, у 2009 — більше 150 млрд., то вкладення в «чисту» енергетику 2010 р. оцінюються вже на рівні 200 млрд. доларів.

У 2009 р. уперше приріст потужностей, які спираються на відновлювані джерела енергії, перевищив уведення в дію традиційних потужностей.

#### *Складний шлях*

Перші стимули для «зеленої» енергетики з'явилися і в Німеччині, Данії та Іспанії ще на початку 1990-х рр. минулого сторіччя. Після цього до них приєдналися інші країни. У 1990 р. всього дві країни пропонували пільгові тарифи на електроенергію, вироблену за допомогою вітряних генераторів. У 2000 р. «Зелені тарифи» вже працювали у 14 країнах, а в 2005 р. — у 37, причому не тільки в державах Заходу, але й у Китаї, Індії, Бразилії, Індонезії, Кореї. Сьогодні в тій чи іншій формі цей механізм працює в 50 державах і 30 регіонах.

За оцінками McKinsey (McKinsey & Company — міжнародна консалтингова компанія), у 2005 р. близько 15 млрд. бюджетних коштів було витрачено на підтримку проектів, пов'язаних із «чистими» технологіями. У 2010 р. вже понад 100 держав використовували різноманітні державні стимули.

Спектр способів підтримки цих технологій різноманітний: від звичайної компенсації громадянам частини вартості біопалива або сонячної панелі до відшкодування компаніям половини вартості будівництва нової сонячної електростанції; від обов'язкового додавання біопалива в автомобільний бензин до програм із переведення на альтернативні енергоресурси всіх держустанов. Усе це успішно поєднується з прямими інвестиціями у наукові розробки.

У США, як і в багатьох інших країнах, інвесторам у «зелену» енергетику надаються податкові пільги. Купуючи електростанції на паливних або сонячних елементах, платники податків можуть повернути собі 30% сплачених коштів, а при купівлі мінітурбін — 10%. У Великобританії енергомережі мають надавати гарантії, що певна частка енергії, котра ними постачається, вироблена за допомогою альтернативних технологій, або ж придбати екологічні сертифікати на спеціально створеному ринку. А Південна Корея дає 50%-ні пільги на імпорتنі мита на обладнання для «зелених» енергосистем, компенсує інвестору до 60% вартості будівництва сонячних станцій, а також надає низькопроцентні кредити для компаній, що збираються виробляти або «зелену» енергію, або обладнання для її виробництва.

Окрім субсидій, держави встановлюють чіткі цільові показники. Наприклад, у планах Євросоюзу — до 2020 р. домогтися, щоб 20% його енергобалансу забезпечувалося за рахунок відновлюваних джерел. У 2010 р. вже 85 країн мали подібні завдання. Ними передбачається досягнення до 2020 р. частки відновлюваних джерел до 5–25% у загальному енергобалансі. Спочатку «зеленою» енергетикою займалися тільки компанії, які для цього спеціально й створювалися. Але за останні п'ять років ситуація радикально змінилася. Сьогодні багато відомих виробників виходять на цей ринок. Компанії, які були серед світових лідерів і в попередніх економічних циклах, також увійшли до числа лідерів альтернативної енергетики, наприклад General Electric або Siemens.

Ще одне символічна подія: наприкінці 2008 р. Папа Римський дав завдання своїм підлеглим встановити сонячні панелі на даху будівлі прямо біля підніжжя Собору Святого Петра у Ватикані. Також дуже символічними наприкінці 2009 р. стали заяви про входження в цей ринок двох символів попереднього економічного буму: Інтернет-компанії Google й найвідомішого фінансового спекулянта Джорджа Сороса. Google заявила про плани інвестувати близько 1 млрд. доларів у будівництво величезного вітропарку в Атлантичному океані потужністю 6 гвт. Сорос, який ще в 2008 р. назвав «зелену» енергетику «новим світовим економічним мотором», задекларував намір вкласти в галузь таку саму суму протягом декількох років.

Урядові та приватні інвестиції сприяли розвитку новітніх технологій. За останнє десятиліття собівартість, наприклад, сонячної квт-год знизилася практично на порядок. Вже сьогодні сонячна енергетика швидко наближається до межі конкурентоспроможності у кількох «теплих» регіонах світу.

Президент США Барак Обама нещодавно визнав, що його країна стала яскравим прикладом втрачених можливостей тільки тому, що не вловила потреб ринку. «Наші конкуренти у всьому світі докладають нечуваних зусиль у розробці нових енергетичних технологій. Ці країни розуміють, що той, хто буде лідером в екологічно чистій енергетиці, найімовірніше, буде лідирувати і в глобальній економіці. 15 років тому на Сполучені Штати припадало 40% виробництва сонячних батарей. До 2008 року ця частка впала до 5%», — заявив американський президент у липні цього року. І він прийняв рішення про виділення більше 2 млрд. доларів тільки на розвиток сонячної енергетики. Із цих грошей якраз і отримала держпідтримку компанія Abound Solar Manufacturing, з якої розпочинався цей матеріал.

За підсумками 2009 р., в усі види нового палива 35 млрд. доларів вже інвестував Китай, близько 19 млрд. доларів — США (загальний план Обама — довести цю цифру в найближче п'ятиріччя до 90 млрд.), близько 12 млрд. доларів — Великобританія, до 30 млрд. доларів вклала в галузь Корея. Індія планує витратити в найближче десятиліття до 50 млрд. доларів на одні лише сонячні проекти. Навіть Росія, що володіє величезними запасами нафти і газу, чверть бюджету найбільшої інноваційної корпорації РОСНАНО спрямовує на розвиток «зеленої» енергетики.

### *Шанси України*

Питання — розвивати чи не розвивати альтернативну енергетику в Україні — вже не стоїть. Для цього у нас є достатній потенціал. За різними оцінками, наші можливості, наприклад, «видобутку» електроенергії з вітру потенційно становлять 5,8 тВт на рік. Водночас, наприклад у Румунії, яка є новачком рейтингу інвестиційної привабливості відновлюваної енергетики (Ernst & Young), вони становлять 23 тВт на рік, а в Південній Кореї — взагалі 186,5 тВт на рік. Однак увесь сенс полягає в тому, що складність інвестування в країну залежить більшою мірою від бачення інвесторами зацікавленості самої держави у своїй енергетичній безпеці та загального інвестиційного клімату. Наприклад, середній потенціал сонячної радіації в Україні навіть трохи вищий, ніж на території лідера світової сонячної енергетики Німеччини, яка тільки за 2009 р. і другу половину 2010 р. створила майже 8 гВт нових сонячних потужностей і вже має більше 500 тис. геліоустановок для виробництва електроенергії й тепла. За великим рахунком, тут все майже як у разі продажу зброї: коли на питання, чи користується цією

зброєю ваша армія, ви відповідаєте негативно, контракту вам не побачити.

В Україні єдиним механізмом держпідтримки «чистої» енергетики поки що залишається «зелений» тариф. Відповідний закон було прийнято навесні 2009 р. Він встановлює окремі тарифи для кожного виду «чистої» енергії (мала гідроенергетика, сонце, вітер і біогаз). Закон зобов'язує мережі підключати альтернативну генерацію і стимулює вітчизняне виробництво обладнання для галузі. Для виробників агрегатів і матеріалів пільги також передбачені новим Податковим кодексом. Він зобов'язує вітчизняного виробника заощаджені на податку на прибуток кошти вкладати у розширення виробництва. Як будуть втілюватись у життя ці норми, покаже час, адже й прогресивний (за багатьма оцінками) закон про «зелений тариф» почне хоч якось працювати тільки через рік після прийняття.

Про субсидії чи пільгові кредити для населення або ЖКГ у нас не йдеться, хоча в багатьох країнах ці програми стали основою широкого розвитку альтернативної енергетики.

За оцінками експертів, саме відсутність фінансових стимулів гальмує сьогодні приєднання до «зеленого» руху пересічних громадян. Для більшості жителів України це поки що надто дороге задоволення.

Серед основних проблем нашої країни на шляху запровадження «зеленої» енергетики експерти називають: несприятливий загальний інвестклімат; недосконалість законодавчої та регуляторної бази; недостатню обізнаність компаній про вигоди «зелених» проектів; дефіцит довгострокових джерел фінансування і високі стартові інвестиції; дефіцит кваліфікованих фахівців.

Та незважаючи на всі ці проблеми, більшість експертів прогнозує, що галузь «чистої» енергетики в нашій країні вже найближчим часом може зростати досить швидкими темпами. А це означає, що шанси отримати свою частку від нової хвилі світового економічного зростання в Україні все ще є. Головне — щоб наша країна в решті-решт стала схожа не на покинуті цехи або квартали вмираючого Детройта, а на будівлю колишнього заводу Chrysler, яку якісно переобладнали під нове високотехнологічне виробництво.

*Джерело:*

<http://news.finance.ua/ua/~2/0/all/2011/01/02/221942>

*Матеріал підготувала  
О. С. Виноградова*