

## СОНЯЧНІ БАТАРЕЇ З ХЛОРОФІЛУ БАКТЕРІЙ

Салогуб А.О., студент; СумДУ, гр. ЕЛ-21

Дослідниками Массачусетського технологічного інституту (США) (Андреас Мершин та інші) створено сонячну батарею на основі хлорофілу ціанобактерії *Thermosynechococcus elongates* [1]. Вони експериментально виділили світлочутливі молекули зелених бактерій, що допомагають організмам надзвичайно ефективно переробляти сонячне світло в хімічну енергію. Ці бактерії використовують енергію світла для переробки сполук сірки або заліза, подібно до того, як рослини використовують сонячне світло у фотосинтезі. У зелених бактеріях кожен новий фотон світла перерозподіляється між невеликим набором хромосом, розподілених в організмі хаотично і тому його енергія використовується швидко і ефективно.

Андреас Мершин використав ідею «зеленої» батареї та знайшов спосіб екстракції (витягування) з рослинної маси задіяні у фотосинтезі молекули, що називаються фотосистемами I (PS-I), у якій хлорофіл перетворює фотони в потік електронів [1]. Раніше для виділення молекул PS-I застосовувалися центрифуги. Команда А. Мершина запропонувала альтернативу – недорогі мембрани. Далі PS-I молекули упорядковуються та розподіляються на декількох шарах скла, який попередньо покривають нанодротиками з оксиду цинку та губкою з оксиду титану. Причому простір між шарами скла ще й заповнюють електролітом, що містить іони кобальту. Тобто дослідники шар кремнію, що зазвичай є основою сонячної батареї, замінили на суспензію перехідних молекул.

Під дією звичайного сонячного світла такі системи показали напругу холостого ходу в 0,5 В, питому потужність 81 мВт на квадратний сантиметр і щільність фотоструму в 362 мА/см<sup>2</sup>. А це, як говорять самі дослідники «у 10 тисяч разів вище, ніж у будь-якому показаному раніше експерименті, заснованому на природних фото системах». Фотосистеми є важливими компонентами комплексів, що відповідають за фотосинтез в рослинах і синьо-зелених водоростях. Вони складаються з декількох варіацій хлорофілу і супутніх молекул – протеїнів, ліпідів і коензимів. Загальне число молекул в такому наборі – до двох сотень, а то й більше.

Вище описані системи мають непогані перспективи, але мають лише 0,1% коефіцієнта корисної дії. Цей показник є дуже невисоким. Сам винахідник каже «для того щоб забезпечити енергією всього один світловий діод, необхідно обклеїти ось такими батареями весь будинок, але і тоді їх ефективність повинна бути на рівні 1-2%». Та все ж це є важливим кроком на шляху масового впровадження сонячної енергетики нового типу. Крім того «виготовлення цих «зелених» батарейок має низьку собівартість» [1].

Слід відзначити, що розробка зеленої батареї розпочалася вісім років тому молекулярними біологами на чолі Шугуаном Чжаном. Вони мали деякі проблеми, які змогла перебороти команда А. Мершина. По-перше для виготовлення батареї Ш. Чжана потрібні були дорогі хімічні речовини та сучасне обладнання лабораторії, а тепер для їх створення достатньо опалого листа або скошеної трави та недорогих хімічних реактивів. Другою проблемою була довготривала стабілізація витягнутих з рослин молекулярних комплексів через те, що поза клітинами PS-I існує недовго. Але команда Мершина розробила набір поверхнево активних пептидів, здатних обволікати систему PS-I, зберігаючи її на великий термін. І, нарешті, головна перешкода полягала в тому, що фотосистема ушкоджувалася від ультрафіолетового випромінювання. Його вдалося подолати в ході вирішення іншого завдання – підвищення ефективності збору світла. Комплекси PS-I А. Мершін з колегами висівали не на гладкій підкладці, а на поверхні з величезною ефективною площею (як поверхня мильної піни). Причому це не тільки дозволило помітно збільшити число молекул хлорофілу, які сприймають світло, але і частково захистили комплекси PS-I від ультрафіолетових променів. А ще титанова наногубка і цинкові нанодротинки зіграли роль каркаса і виконали функцію перенесення електронів. На PS-I покладалося завдання збору світла, його засвоєння і розділення зарядів, аналогічно тому, як це відбувається в клітинах.

Керівник: Лисенко О.В., *доцент*

1. Mershin, K. Matsumoto, L. Kaiser, et al, Scientific Reports 2, 234 (2012).