

Біла хімія — альтернатива традиційної

Невпинне зростання світових цін на нафту та нафтопродукти, хронічна залежність України від одного постачальника енергоносіїв і, як наслідок, критичні ситуації з постачанням російського газу — усе це не тільки створило значні проблеми для вітчизняної економіки, а й становить серйозну загрозу національній безпеці. Тому сьогодні так актуалізувався пошук альтернативних джерел енергії та вуглеводневої сировини.



Григорій Ковтун
доктор хім. наук,
член-кореспондент
НАН України,
заступник
директора
Інституту біоорганічної хімії та нафтохімії
НАН України,
м. Київ

Світові запаси нафти, природного газу та вугілля дійсно величезні. Але рано чи пізно їх буде вичерпано. **За наявними оцінками родовищ, запасів нафти та газу навряд чи вистачить до середини наступного століття. Вугільні родовища будуть виснажені приблизно через 150—200 років.**

Альтернативою цій сировині все ширше постають поновлювані джерела. Найважливіше з них — **рослинна сировина**, що утворюється в процесі **фотосинтезу**. На планеті накопичується понад 300 млрд. тонн біомаси щорічно. Важливо, що ця кількість значно перевищує щорічний світовий видобуток нафти, природного газу та вугілля разом узятих.

Хімію на базі поновлюваних рослинних ресурсів нині все частіше називають **білою хімією**. Звернімо увагу на те, що є ще й **зелена хімія**. Але тут фахівці мають на увазі будь-які вдосконалення хімічних процесів, що захищають довкілля: землю, повітря, водний басейн тощо.

Безумовний лідер у розвитку білої хімії — США. В 2001 році там було прийнято першу Національну програму, відповідно до якої американці збираються до 2025 року перевести 25% хімічної промисловості на поновлювану рослинну сировину. Це означає, що **чверть усіх хімічних продуктів вони будуть виробляти в основному із суміші цукрів** (звідси за білим кольором цукру й походження терміну — "біла хімія"), які

одержують за методом ферментативного гідролізу рослинної біомаси. Інші 75%, як і раніше, будуть одержувати з нафти, газу та вугілля.

Головна ідея цієї Програми — використовувати для виробництва палива, мастил, всіляких матеріалів і хімічних реагентів солому та інші відходи сільського господарства. Перетворити їх у легко засвоюваний мікробами цукор важко тому, що основний вуглевод рослин — **целюлоза**. Вона ув'язана з **лігніном** та **геміцелюлозами** в складний тривимірний комплекс. Тому одне із ключових завдань Програми — саме **розробити способи декомпозиції лігноцелюлози**.

Тобто, розщеплення цього природного комплексу на складові частини. Потім целюлозу та геміцелюлозу вже можна гідролізувати до цукру за допомогою ферментів, зокрема целюлаз. Біотехнології для цього вже розроблено. Однак вартість ферментів поки що залишається високою. Знизити її — ще одне важливе завдання Програми. Зазначимо, що в ній конкретна номенклатура матеріалів і хімічних речовин не регламентується — це вже справа хімічних і біотехнологічних компаній. Американці виділили за нашими мірками просто величезні кошти заради наукових досліджень із цієї Програми. На створення технологій, що знижують ціну ферментів — целюлаз, виділено два гранти обсягами 15 і 17 млн. доларів двом відомим компаніям: датській "Novo Nordisk" і американській "Genencore". Ці фірми до кінця 2003 р. здешевили целюлази в 12 разів. Після цього американський уряд надав їм нові гранти по 15 млн. доларів. Тепер очікується, що до 2007—2008 рр. ціна целюлаз знизиться в 20 разів.

У рамках тієї самої Програми в США будують нові **заводи з виробництва паливного спирту з кукурудзяного крохмалю** (інформаційні повідомлення на цю тему часто показують у нас по телебаченню). Незабаром це дозволить подвоїти виробництво крохмалю. Якщо нині його виробляють на рівні 6 млн. тонн на рік, то до 2010 року — 15 млн. тонн.

Підкреслимо, що виробництво спирту із крохмалю — не найкращий спосіб. Доцільніше виробляти його з тих же рослинних відходів. Тож нова технологія, що розробляється в США, має на увазі декомпозицію лігноцелюлози та наступне ферментативне оцукрювання. Це повинно бути дешевшим й екологічно чистішим вироб-

ництвом від традиційного для гідролізної промисловості. У Канаді вже запрацював побудований дослідний цех. Він виробляє із соломи приблизно 2 тонни паливного спирту за добу.

Ще одна важлива хімічна речовина, якою цікавляться "білі хіміки" — це **молочна кислота**. Технологічний процес її одержання відносно простий: кукурудзяний крохмаль цукрується й утворюється так званий глюкозний сироп. Власне ферментація, тобто одержання кислоти, протікає у стерильних апаратах, де перебувають мікроби, вода, мінеральні солі й куди подається глюкоза. Через добу закінчується синтез молочної кислоти. Відходи — мікробна біомаса та культуральна рідина. Їх частково зневоднюють. Тверду передають на корм тваринам, а рідку використовують як добрива. Перший такий завод було запущено в США на повну потужність 2001 року. Він дає 140 тис. тонн молочної кислоти. Звернемо увагу, що до 2001 року в усьому світі виробляли лише 60 тис. тонн на рік молочної кислоти. Така кислота дешевша за традиційну. Тому з неї почали робити полімер **полілактат**. Він привабливий тим, що розкладається в природних умовах, причому досить швидко, десь за три тижні. Раніше нікому й на думку не спадало робити з молочної кислоти полімер. Надто дорогим був би такий технологічний процес. А тепер полілактат, який біологічно деградує, поступово замінить поліетилен і поліпропілен для потреб пакування. Уявіть собі, **приваблива баночка з-під смачного йогурту чи морозива, кинута не дуже-то охайною людиною на газон чи узбіччя дороги, за лічені дні зникне, розклавшись до вуглекислого газу та води.**

За допомогою біотехнологій синтезують і інші речовини — вихідну сировину для органічної хімії та нафтохімії. **Сьогодні вже відомі оригінальні схеми, за якими 40 — 50 основних (базових) хімічних реагентів можна одержувати всього лише із двох кислот: молочної та бурштинової.** Скажімо, якщо відщепити воду від молочної кислоти, то одержимо знайому кожному хімікові акрилову кислоту. А з неї вже можна зробити цілу низку практично корисних продуктів хімії: тетрагідрофуран, ацетальдегід, етиленгліколь... Кількість публікацій у зарубіжній науковій літературі на цю тему множиться з кожним днем.

"Складається враження, що з органічних кислот, одержаних за методами білої хімії, можна одержати заледве чи не всі продукти великої хімії" — переконує фактами академік НАН України **Валерій Кухар**.

Важливо те, що традиційні хіміки не цураються білої хімії. Навпаки, самі ж її розвивають. Наприклад, потужний завод молочної кислоти побудували фахівці хімічної компанії "Dow Chemical".

Біла хімія розвивається в багатьох країнах. Дуже важливе значення тут має вартість вихідної сировини. Тому заводи будують у Таїланді, Бразилії, тобто там, де дешеві цукри.

В Україні справи йдуть гірше. Втішно, що за останні 3—4 роки за державного та комерційного складників активізувалися відомі дослідницькі роботи з проблем **біоетанолу (спиртові добавки до бензинів та дизельного пального)**. У другому півріччі 2007 р. взяла старт цільова комплексна програма наукових досліджень **"Біомаса як паливна сировина"** ("Біопалива").

"У концепції цієї програми передбачаються дослідження з таких важливих напрямів як удосконалення технологій отримання паливного біоетанолу, створення комплексних технологій використання біосировини для отримання біопалива, отримання низки відомих або перспективних органічних хімікатів (**молочна кислота, полілактат, гідроксимасляна та глютамінова кислоти** тощо). Програма дасть змогу нашим науковцям зробити свій внесок у розв'язання цієї глобальної проблеми. Крім того, вона дозволить об'єднати та координувати дослідження, які здійснюють фахівці різних наукових напрямів (хіміки, генетики, мікробіологи та ін.)" — відмічає керівник програми, заступник директора Інституту клітинної біології і генетичної інженерії НАН України, академік **Ярослав Блюм**.

Є й інші цікаві наукові розробки в академічних та вузівських лабораторіях. Але побудувати сучасний біотехнологічний завод ми не зможемо. Бо немає в нас таких потужних хімічних фірм як "Dow Chemical". Цим могли би перейнятися нафтові, газові або ж енергетичні компанії, які зараз акумулюють величезні кошти.

Можна було б розвивати цю галузь і за іншим сценарієм. Наприклад, створити умови (але без натяків на "деприватизацію") для роботи великих закордонних фірм. Вони могли б відкрити заводи для одержання глюкозних сиропів із зерна та рослинної маси. Іншими словами, хотілося б бачити скоординовані зусилля наших енергетичних гігантів, уряду та науковців щодо розвитку білої хімії. Але ця мрія поки що й залишається мрією, тому що в Україні деградує і звичайна хімія, і мікробіологія, і генетика, і сільське господарство — майже все, крім експорту сировини.

Огляньтесь, у нас багато прісної води, зерна, соломи, деревини, які можна переробляти. І енергетика поки що у нас дешевша ніж у Європі та США, й науковий потенціал зберігся, — начебто є всі підстави для успішного розвитку білої хімії.

Немає, за великим рахунком, тільки бажання.

