

Біологічні ресурси і технології для виробництва різних видів біопалив

В епоху глобалізації та інтенсифікації економічного розвитку нагальною проблемою стає задоволення постійно зростаючих потреб людства, особливо енергетичних, оскільки саме енергія є рушійною силою найрізноманітніших процесів, пов'язаних із забезпеченням життєдіяльності людини. На сьогодні у світі 35 % енергетичних потреб покривається завдяки використанню нафти, 23 % – вугілля, 21 % – природного газу, 7 % – ядерного палива. Усі ці ресурси є непоновлюваними. Мало того, за різними прогнозами, рентабельних енергетичних ресурсів лишилося не так уже й багато: за нинішніх темпів видобування вугілля вистачить приблизно на 200 років, а природного газу, нафти та ядерного палива – на 40 років. Поновлювані енергетичні джерела (сонячна, вітрова, гідроенергія тощо) становлять у загальному балансі енергетичних витрат близько 14 %, причому реальні можливості збільшення їх частки досить обмежені. Поряд з іншими способами енергозабезпечення дедалі актуальнішим стає пошук ефективних альтернативних джерел отримання відновлюваної енергії.

Упродовж багатьох тисячоліть продукти фотосинтезу забезпечували існування життя на Землі. З огляду на різке зменшення запасів невідновлюваних видів палива використання біомаси для виробництва твердих, рідких та газоподібних палив набуває дуже великого значення. Ефективність акумуляції сонячної енергії біомасою становить від 0,8 % (у польових умовах) до прогнозованих 5 % (у разі забезпечення високого рівня агро-біотехнологій). Ще з давніх часів саме цей вид палива був для людства основним джерелом енергії, і сьогодні його роль знову зростає, зважаючи на біоекологізацію життєвих умов на Землі та розвиток ефективних методів перетворення енергії зелених рослин на необхідні людині види енергії. Серед таких джерел варто насамперед відзначити перетворення через фотосинтез енергії сонця на корисну енергетичну сировину для виробництва різних видів біопалива (біоетанолу, біодизелю, біогазу, твердого біопалива тощо) ¹. Чимало в цьому напрямі вже зроблено в різних країнах світу ². На сьогодні у

¹ Govoni C., Morosinotto T., Giuliano G., Bassi R. Exploiting photosynthesis for biofuel production // *Biophotonics* / L. Pavesi, P.M. Fauchet (eds.). – Springer, 2008. – P. 15–28; Блюм Я. Б., Григорюк І. П., Дмитрук К. В. та ін. Система використання біоресурсів у новітніх біотехнологіях отримання альтернативних палив. – К.: Аграр Медіа Груп, 2014. — 360 с.

² Cheng J. J., Timilsina G. R. Advanced biofuel technologies: status and barriers // *Policy Research Working Paper*. – Washington: World Bank, 2010. – <http://dx.doi.org/10.1596/1813-9450-5411>; Сорочинський Б.В., Блюм Я.Б., Созінов О.О. Рідкі біопалива: сучасний стан та тенденції. – К.: ДІА, 2010. – 115 с.

структурі альтернативної енергетики світу енергія біомаси становить близько 13 % <...> За прогнозами вчених, до 2040 р. частка відновлюваних джерел енергії сягне 47,7 %, а внесок біомаси збільшиться до 23,8 %.

В Україні є всі передумови для організації широкомасштабного виробництва біопалив, проте їх частка в енергетичному балансі країни залишається незначною. Враховуючи загальнонаціональну важливість проблеми зниження залежності нашої держави від імпортованих енергоносіїв, учені Національної академії наук України завжди приділяли цьому питанню значну увагу. Раніше у роботі ³ вже було частково розглянуто й узагальнено розробки науковців НАН України в цьому сегменті економіки, проаналізовано пріоритети й основні напрями досліджень. За участю провідних фахівців було сформовано концепцію цільової комплексної програми наукових досліджень НАН України «Біомаса як паливна сировина» («Біопалива»), затверджену постановою Президії НАН України від 28.02.2007 № 56.

Проблема виробництва і використання біопалив є багатогранною, тому шляхи її вирішення лежать у кількох площинах. По-перше, це пошук та створення найефективніших джерел біопалив (переважно рослинних ресурсів). По-друге, розроблення сучасних технологій перетворення сировини на потрібні види біопалив, а також використання побічних продуктів. По-третє, пошук і опрацювання ефективних технологій отримання енергії, забезпечення економічного й нормативного супроводу використання біопалив.

Саме розроблення цих напрямів і було головним завданням програми «Біопалива», у рамках якої виконано 51 проект за участю 20 установ з різних відділень НАН України. Комплексний підхід до вирішення проблеми дав змогу отримати вагомі результати, незважаючи навіть на значне скорочення фінансування. За результатами виконання програми «Біопалива» отримано 71 патент, 22 авторських свідоцтва на сорти, подано 31 заявку на винаходи, патенти, сорти рослин, опубліковано 14 монографій і близько 200 статей, проведено понад 200 апробацій на міжнародних і вітчизняних науково-практичних конференціях та семінарах.

З метою забезпечення постійного науково-технологічного супроводу процесу виробництва біопалив у державі, зокрема в частині впровадження новітніх технологій біоенергоконверсії для отримання біопалива і

³ Гродзинський Д., Дембновецький О., Левчук О. Обрії вітчизняної біоенергетики. Внесок учених НАН України в розв'язання проблем виробництва рідкого біопалива // Вісн. НАН України. – 2008. – № 1. – С. 22–31.

розширення його використання, послаблення залежності України від імпорту енергетичної сировини, було розроблено проект Концепції цільової комплексної програми наукових досліджень НАН України «Біологічні ресурси і новітні технології біоенергоконверсії» на 2013–2017 рр., затвердженої Президією НАН України 20.03.2013 р.

Проміжні результати досліджень та інші роботи з цього напрямку було представлено на науковій конференції «Біологічні ресурси і новітні біотехнології виробництва біопалив», яка відбулася 9–10 вересня 2014 р. у Києві на базі Національного ботанічного саду ім. М. М. Гришка (НБС) НАН України (організатори конференції – Державна установа «Інститут харчової біотехнології та геноміки НАН України» (ІХБГ НАН України), НБС НАН України та Українське товариство клітинних біологів та біотехнологів).

<...> На сьогодні у світі вже досить добре визначено пріоритетні культури, які можуть слугувати цінними джерелами біопалив. Однак залежно від регіону та географічного положення тієї чи іншої країни вибір ефективних сировинних ресурсів для отримання біопалив має свою специфіку. В Україні також проведено масштабні роботи з оцінювання її біоенергетичного потенціалу, проаналізовано можливості аграрного сектору щодо джерел виробництва біопалив. Насамперед це побічні продукти виробництва сільськогосподарської продукції, а також вирощування цільових енергетичних рослин...⁴. Загалом енергетичний потенціал біопалив в Україні оцінюють у 27 млн т умовного палива на рік.

Біоетанол є одним із найважливіших продуктів сучасної біоекономіки. Приблизно 85 % світового виробництва рідкого біопалива припадає саме на нього. В останні роки випуск біоетанолу у світі перевищив 85 млрд л. Два найбільших виробники цього продукту, США і Бразилія, забезпечують близько 90 % сукупного виробництва, а решта припадає переважно на Китай, Канаду, ЄС (в основному Францію і Німеччину) та Індію. На біоетанол переробляють цукри та крохмаль, які одержують із цукрової тростини, цукрового буряку, кукурудзи, пшениці, сорго тощо⁵.

В Україні є значні перспективи розвитку виробництва біоетанолу та ринку його використання. Щорічне споживання бензину в країні становить близько 5 млн т. З початку 2014 р. законодавчо передбачено заміну частини (5 % – близько 250 тис. т бензину на рік) автомобільного пального на

⁴ Гелетуха Г. Г., Железна Т. А., Кучерук П. П., Олійник Є. М. Сучасний стан та перспективи розвитку біоенергетики в Україні: аналітична записка БАУ № 9. — 33 с.

⁵ Блюм Я. Б., Григорюк І. П., Дмитрук К. В. та ін. Система використання біоресурсів у новітніх біотехнологіях отримання альтернативних палив. — К.: Аграр Медіа Груп, 2014. — 360 с; Сорочинський Б. В., Блюм Я. Б., Созінов О. О. Рідкі біопалива: сучасний стан та тенденції. — К.: ДІА, 2010. — 115 с.

біопаливо. Наразі в Україні немає сировини нехарчового призначення для виконання цього завдання, при тому що потреба в біоетанолі для внутрішнього споживання становить 150–250 тис. т на рік, а собівартість 1 л українського біоетанолу з кукурудзи – 4–5 грн (у цінах 2013 р.). Останнім часом на шести спиртових заводах ДП «Укрспирт» було розпочато промислове виробництво цього виду біопалива, заплановано довести обсяги випуску до 200 тис. т на рік. Досить вагомою мотивацією для подальшого розвитку цього напрямку є зняття державної монополії на виробництво біоетанолу⁶.

Однією з найперспективніших для України біоенергетичних культур для виробництва біоетанолу є сорго цукрове (*Sorghum saccharatum* (L.) Moench)⁷. Його вирощують також з метою отримання високоврожайної біомаси для виробництва біогазу. Отже, цукор зі стебла сорго не є єдиною важливою складовою, оскільки біомасу рослин можна використовувати для піролізу з метою одержання синтез-газу та біонафти. Для виробництва етанолу вміст соку має бути не менш ніж 50 % маси стебел⁸. Для північного регіону України постає питання вибору високопродуктивних скоростиглих сортів сорго цукрового, тому створення високоадаптивних урожайних сортів цієї культури зі значним вмістом цукрів та великим кінцевим виходом біоетанолу є надзвичайно актуальним завданням.

Біодизель поступово стає одним із найважливіших видів біопалива. До 2020 р. у Європі, Бразилії, Індії та Китаї частка біодизелю в загальному обсязі автомобільного пального може досягти 20 %. У разі активної державної підтримки галузі, створення сприятливого інвестиційного середовища і системи оподаткування виробництва цей показник може виявитися навіть вищим. Нині близько 90 % світового споживання біодизельного палива припадає на Європу, проте найвищими темпами

⁶ Шаманська О. І., Паламаренко Я. В. Сучасні тенденції розвитку спиртової промисловості України // Ефективна економіка. – 2014. – № 9. – <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=2903>.

⁷ Циганков С. П., Володько О. І., Ємець А. І. та ін. Розроблення та випробування технології комплексного трансформування вуглеводного складу рослинної сировини у біоетанол // Наука та інновації. – 2013. – Т 9, № 5. – С. 55–68.

⁸ Циганков С. П., Володько О. І., Ємець А. І. та ін. Розроблення та випробування технології комплексного трансформування вуглеводного складу рослинної сировини у біоетанол // Наука та інновації. – 2013. – Т 9, № 5. – С. 55–68; Bitzer M. Early deheading of sweet sorghum. National Sweet Sorghum Producers and Processors Association. – <http://www.ca.uky.edu/nssppa/production.html>; Damsceno C. M. B., Schaffert R. E., Dweikat I. Mining genetic diversity of Sorghum as a bioenergy feedstock // Plants for Biofuel / M.C. McCann, M. S. Buckeridge, N. C. Carpita (eds.). – Springer, 2014. – P. 81–106.

біодизельна галузь розвивається в США. При цьому очікується, що в 2015 р. найбільшим виробником біодизелю у світі буде Бразилія.

Залежно від регіону світу сировиною для виробництва біодизелю слугують жирні, рідше ефірні олії різних рослин або водоростей: у США – сої, в Європі – ріпаку, в Канаді – каноли, в Індії – ятрофи, у Філіппінах – кокосової олії, в Бразилії – касторової олії, в Африці – сої, ятрофи. Один із перспективних видів для отримання біодизелю – рижій посівний (*Camelina sativa* (L.) Crantz), його використовують у Північній Америці та Європі⁹. Сорти рижію з високим вмістом ерукової кислоти в олії є поширеними видами сировини для виробництва біопалива¹⁰ і як альтернативний органічний продукт¹¹.

Науковці НБС НАН України одними з перших в Україні розпочали систематичне вивчення потенційних енергетичних рослинних ресурсів з метою їх використання для отримання різних видів біопалив. Ще на початку 90-х років минулого століття було проведено дослідження з мобілізації та оцінки перспектив застосування різних рослинних ресурсів в енергетичних цілях. Слід зазначити, що на сьогодні співробітники ботсаду сформували генофонд енергетичних рослин різного напрямку використання, який за своїми масштабами є одним із найбільших у Європі.

<...> **Висновки.** Аналіз біологічних ресурсів для виробництва біопалив в Україні свідчить про те, що використання альтернативних джерел має великі потенційні можливості для істотного поліпшення енергозабезпечення держави. Особливо перспективними для виробництва біопалив є побічні продукти аграрного виробництва та лісового господарства. Разом з тим, чільне місце посідає культивування цільових енергетичних рослин різного напрямку використання. На сьогодні в Україні створено одну з найбагатших колекцій енергетичних рослин та їх високопродуктивних сортів. За енергетичним потенціалом ці рослини можуть успішно конкурувати з найкращими світовими аналогами і забезпечувати високий вихід умовного палива та енергії.

⁹ *Imbrea F., Jurcoane S., Halmajan H.V. et al. Camelina sativa: a new source of vegetal oils // Romanian Biotechnol.Let. – 2011. – Vol. 16, N 3. – P. 6263–6270; Iskandarov U., Kim H. J., Cahoon E. B. Camelina: an emerging oilseed platform for advanced biofuels and bio-based materials // Plants for Biofuel / M. C. McCann, M. S. Buckeridge, N. C. Carpita (eds.). – Springer, 2014. – P. 131–140.*

¹⁰ *Moser B. A., Vaughn S. F. Evaluation of alkyl esters from Camelina sativa oil as biodiesel and as blend components in ultra low-sulfur diesel fuel // Biores. Technol. – 2010. – Vol. 101. – P. 646–653.*

¹¹ *Moser B. A., Vaughn S. F. Evaluation of alkyl esters from Camelina sativa oil as biodiesel and as blend components in ultra low-sulfur diesel fuel // Biores. Technol. – 2010. – Vol. 101. – P. 646–653.*

Для України питання організації вітчизняного виробництва біопалив з кожним роком стає дедалі актуальнішим. Держава має повною мірою використовувати альтернативні джерела для забезпечення економіки паливом та енергією, які б не залежали від зовнішніх поставок сировини і були відновлюваними. З огляду на незначні масштаби виробництва власних біопалив можна стверджувати, що сучасний стан цієї галузі аж ніяк не відповідає нагальності проблеми і потребує докорінного поліпшення. Зі свого боку вчені Національної академії наук України разом з іншими профільними науковцями створили цілу низку розробок, здатних активізувати розвиток цього напрямку, що сприятиме формуванню енергетичної незалежності держави (*Блюм Я. Б., Левчук О. М., Рахметов Д. Б., Рахметов С. Д. Біологічні ресурси і технології для виробництва різних видів біопалив (наукова конференція «Біологічні ресурси і новітні біотехнології виробництва біопалив»).* // *Вісник НАН України.* – 2014. – № 11. – С. 64–69, 71).