

КОНЦЕПЦІЯ ВИРОБНИЦТВА БІОГАЗУ З БІОЕНЕРГЕТИЧНИХ РОСЛИН В УКРАЇНІ

РОЇК М.В. - доктор с.-г. наук, професор, академік НААН;

ГАНЖЕНКО О.М. - кандидат технічних наук, Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН;

ТИМОЩУК В.Л. - головний спеціаліст відділу енергетики та альтернативних видів палива Мінагрополітики України

Вступ. Найбільш ефективним і універсальним енергоносієм з усіх біологічних видів палива є біогаз, який отримують з відтвореної сировини і органічних відходів. Біогаз може застосовуватися на місці його виробництва для отримання електроенергії та тепла або після очищення і збагачення подаватися у загальну газорозподільну мережу.

Виробництво біогазу створює додаткову зайнятість і є джерелом доходу, зокрема, в сільській місцевості, де гостро відчувається нестача робочих місць. Організація місцевого виробництва біогазу відкрила б Україні шлях до Європи. Таку можливість пропонує Директива 2009/28/ЄС, яка зобов'язує країни ЄС до 2020 року покрити принаймні 10 % кінцевого споживання енергії в транспортному секторі за рахунок поновлювальних джерел енергії [1, 2]. Якщо зараз правильно розставити акценти, біогаз може стати для України історією успіху, в якій будуть лише перемоги.

Постановка проблеми. Україна лише частково забезпечує себе власними енергоресурсами і змушена імпортувати близько 65% викопних енергоносіїв [3]. Так, за 2013 рік було імпортовано понад 30 млрд.м³ природного газу, 93% якого з Російської Федерації. Крім того, з середини червня 2014 року Росія призупинила на тривалий час постачання газу для України. Тому, сьогодні особливо гостро стоїть питання освоєння нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії в Україні для підвищення рівня енергетичної безпеки держави.

Методика досліджень. Біогаз це горючий газ, який утворюється у результаті бродіння різних видів біомаси і складається з метану CH₄ (50-75%), вуглекислого газу CO₂ (25-50%), водяної пари H₂O (0-10%), азоту N₂ (0,01-5%), кисню O₂ (0,01-2%), водню H₂ (0-1%), аміаку NH₃ (0,01-2,5 мг/мі) та сірководню H₂S (10-30 мг/мі) [4]. Основним компонентом біогазу є горючий газ метан, вміст якого зале-

жить від типу сировини і процесу бродіння.

Біогаз утворюється в результаті природного процесу мікробного розкладання органічної маси у вологому середовищі в анаеробних умовах (за відсутності кисню). Сировиною для біогазових установок є, перш за все, сільськогосподарські субстрати, такі як рідкий та стійловий гній або енергетичні культури (цукровий буряк, кукурудза, цукрове сорго, міскантус тощо). Використовуються також субстрати, які є побічними продуктами переробної промисловості та органічні відходи комунального господарства.

Відтвореною сировиною рослинного походження є продукти сільського і лісового господарства, що не використовуються в харчових або кормових цілях. Для розрахунків приймали показники виходу біогазу та біометану з сировини біоенергетичних культур, які наведені у аналітичних записках Агентства з відновлюваних ресурсів Німеччини (FNR) [4].

Результати досліджень.

Найбільш перспективними сільськогосподарськими культурами, сировина яких може використовуватися для отримання біогазу в Україні, є цукрове сорго (вихід біогазу 17,6 тис.м³/га), кукурудза на силос (16,0 тис.м³/га), цук-

рові (10,9 тис.м³/га) та кормові (10,8 тис.м³/га) буряки (рис. 1). Тому, для отримання достатніх обсягів біогазу в Україні необхідно розширювати площі посівів цих культур.

Традиційною культурою для виробництва біогазу в світі є кукурудза на силос, потенціал якої в Україні також є значним. Станом на 2014 рік площа посіву зернової кукурудзи в Україні становить понад 5 млн. га. Для сушіння зерна кукурудзи використовують здебільшого природний газ, через високу вартість якого суттєво знижується рентабельність вирощування цієї культури. Тому, доцільно частину площ посівів зернової кукурудзи (у межах 2 млн. га) перевести на вирощування силосної кукурудзи для виробництва біогазу. Це дозволить щорічно отримати близько 35,2 млрд. м³ біогазу або 17,0 млрд. м³ біометану (табл. 1).

Вирощування силосної кукурудзи як сировини для виробництва біогазу є більш економічно вигідним, ніж вирощування кукурудзи на зерно. Так, за сьогоднішньої ціни на зерно кукурудзи 2,4 тис.грн./т та потенційної врожайності зерна 8 т/га, виручка від реалізації становитиме 19,2 тис.грн. Вихід біогазу з 1 га силосної кукурудзи за врожайності 80 т/га становитиме

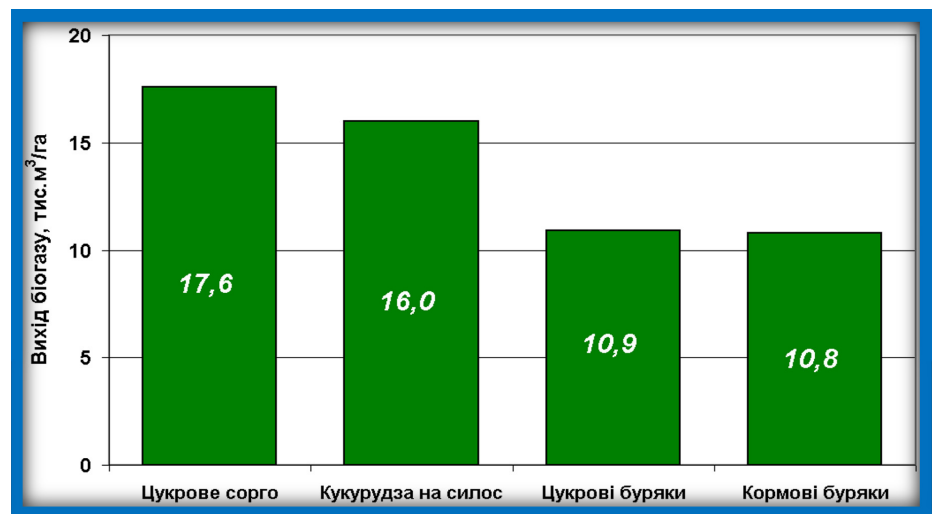


Рис.1. Потенційний вихід біогазу з 1 га різних біоенергетичних рослин.

Таблиця 1.

Потенційні можливості забезпечення сировиною рослинного походження виробництво біогазу в Україні

Культура	Потенційна площа, млн.га	Потенційна врожайність, т/га	Вихід біогазу, тис.м ³ /га	Вихід біометану, тис.м ³ /га	Потенціал виробництва біометану, млрд.м ³
Кукурудза на силос	2,0	80	16,0	8,5	17,0
Цукрові буряки	1,0	70	10,9	6,0	6,0
Цукрове сорго	0,5	80	17,6	8,8	4,4
Разом	3,5				27,4

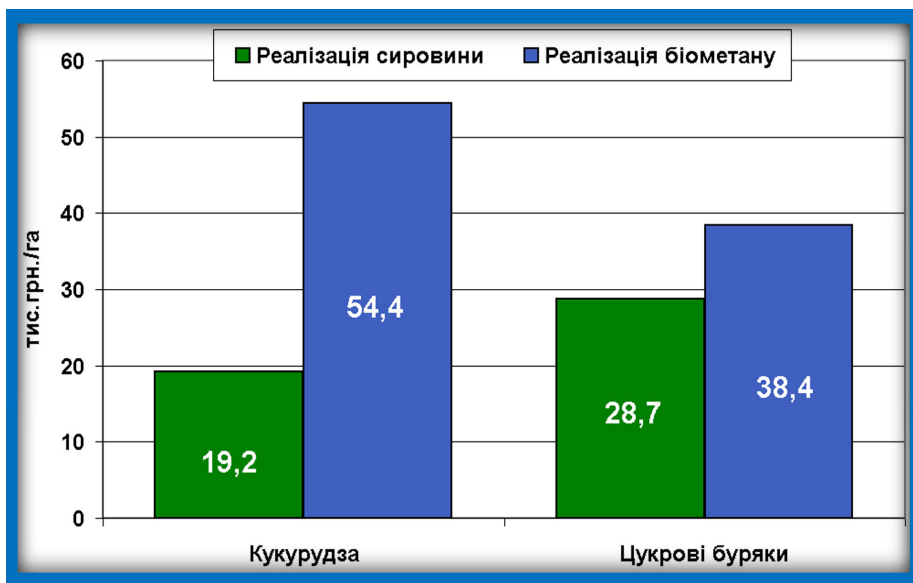


Рис.2. Економічні переваги виробництва біометану.

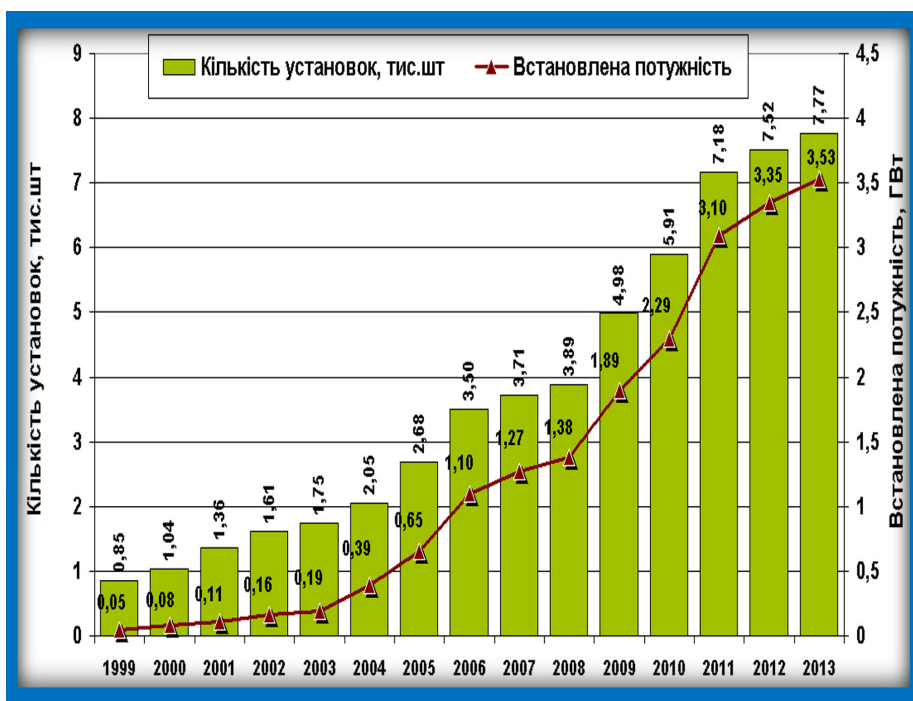


Рис.3. Динаміка кількості біогазових установок в Німеччині та їхня сумарна потужність.

близько 16 тис.м³/га або 8,5 тис.м³/га біометану (див. табл. 1). За сьогоднішньої ціни на природний газ 6,4 грн./м³ виручка від реалізації становитиме 54,4 тис.грн./га, тобто у 2,8 раза більшою (рис. 2). При цьому, витрати на вирощування силосної та зернової кукурудзи є приблизно однаковими.

Економічна привабливість використання кукурудзи на енергетичні цілі загрожує зменшенням продуктів харчування та кормів. На основі цього ЄС прийняв новий Закон про поновлювані джерела енергії (EEG 2012), відповідно до якого масова частка кукурудзи у живильному субстраті для біогазових установок має становити не більше 60 %. Тому, сьогодні країни ЄС розглядають цукрові буряки, як альтернативу кукурудзі [5].

Для України цукрові буряки є традиційною та найбільш ефективною культурою. З одного гектара цукрових буряків (за врожайності 70 т/га) можна отримати до 11 тис.м³/га біогазу з вмістом метану 60% (див. рис. 1). За однакових витрат на вирощування, виручка від реалізації цукрових буряків за ціни 410 грн./т становитиме 28,7 тис.грн./га, а за умови виробництва біометану 38,4 тис.грн./га (рис. 2).

Упродовж останніх десятиріч площі посівів цукрових буряків в Україні суттєво зменшились: з 1,6 млн.га у 1990 р. до 333 тис.га у 2014 році. Це негативно вплинуло на структуру сівозмін та на культуру землеробства в цілому. Тому потенціал цукрових буряків, як сировини для виробництва біогазу в Україні, може становити до 1 млн.га. Це дозволить отримати до 6 млрд.м³ біометану.

Економічно доцільним є використання в якості сировини для виробництва біогазу цукрового сорго, яке можна вирощувати в південних посушливих регіонах України. З одного гектара посівів цукрового сорго можна збирати до 100 т/га цукромісткої біомаси з цукристістю соку до 18%, що забезпечує потенційний вихід біогазу близько 17,6 тис.м³/га. Ранні строки збирання цукрового сорго на енергетичні цілі робить його хорошим попередником для озимих культур. Орієнтовна площа посівів цієї культури в Україні може складати близько 500 тис.га, що забезпечить близько 4,4 млрд.м³ біометану.

За таких посівних площ біоенергетичних культур досягається співвідношення біомаси кукурудзи до біомаси цукрових буряків та сорго на рівні 60:40, що відповідає новим вимогам ЄС.

Таким чином, вирощування найбільш придатних для виробництва біогазу сільськогосподарських культур (кукурудзи на силос, цукрових буряків та цукрового сорго) на площі 3,5 млн.га дозволить замінити 27,4 млрд.м³ природного газу. Для щорічного перероблення такої кількості біомаси в Україні необхідно побудувати близько 28 тис. біогазових установок потужністю 5,2 тис.м³/добу біогазу. Таким чином, установки з виробництва біогазу мають бути побудовані майже у кожному селі, що додатково створить 0,5 млн. робочих місць в сільській місцевості.

Наприклад, у Німеччині в 2013 році для виробництва біогазу було задіяно 7772 біогазові установки загальною потужністю 3,53ГВт, при цьому було створено близько 125 тис. робочих місць [4].

Під час вирощування сільськогосподарських культур на енергетичні цілі слід використовувати **біоадаптивні технології**, що зменшать антропогенне навантаження на землі та скоротить викиди парникових газів в атмосферу. При цьому, необхідно враховувати наступні заходи зі скорочення викидів парникових газів:

- Зведення до мінімуму кількості та інтенсивності обробіток ґрунту;
 - Використання широкозахватних комбінованих агрегатів, здатних за один прохід виконувати декілька технологічних операцій;
 - Широке використання біологізації землеробства (сидерати, сумісні посіви декількох культур тощо);
 - Використання залишків бродіння в якості добрив;
 - Недопускання спалювання побічної продукції на полях;
 - Використання ГМ рослин, як сировини для виробництва біопалива.
- Залишки від процесу бродіння з

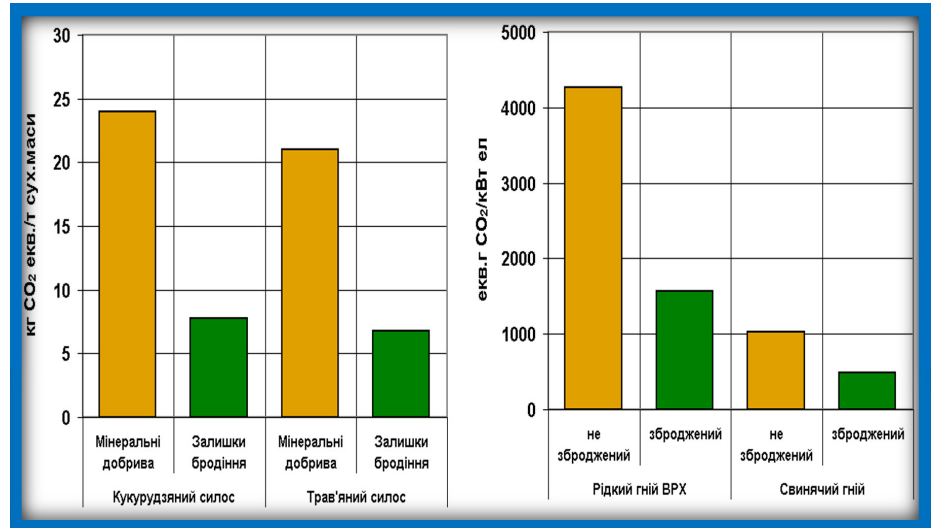


Рис. 4. Скорочення викидів парникових газів за рахунок застосування залишків бродіння

біогазових установок містять значну кількість легкодоступного для рослин азоту, фосфору, калію та мікроелементів і можуть використовуватись в якості добрив, які за своєю дією схожі на мінеральні добрива. Вміст азотних речовин у залишках бродіння зберігається на 70%, вміст калію та фосфору на 100%. Відповідно, для підтримання родючості ґрунту, достатньо вносити залишки біогазового бродіння і компенсувати тільки 30% азоту за рахунок мінеральних добрив або безводного аміаку. Під час виробництва 1 м³ біогазу на сучасних заводах залишається близько 5,4 кг твердих та 16,8 кг рідких біодобрив.

За рахунок використання залишків бродіння у якості добрив досягається зменшення викидів парникових газів майже у 3 рази, порівняно із традиційними мінеральними та органічними добривами (рис. 4) [4]. У порівнянні з ґноєм залишки бродіння є менш глей-

кими і тому можуть набагато швидше проникати в ґрунт.

Висновки. Вирощування в Україні біоенергетичних культур (кукурудзи на силос, цукрових буряків та цукрового сорго) на площі 3,5 млн.га забезпечить щорічне виробництво близько **51,7 млрд.м³** біогазу або **27,4 млрд.м³** біометану, що дозволить:

- відмовитись від імпорту російського природного газу;
- уникнути переобладнання тепло- та електрогенеруючих потужностей України, які працювали на природному газі на інші енергоносії;
- значно зменшити викиди парникових газів за рахунок використання біометану та залишків бродіння;
- створити нові робочі місця в сільській місцевості;
- пришвидшити інтеграцію України в Європейський Союз, що пов'язано з виконанням вимог Європейського енергетичного співтовариства.

БІБЛІОГРАФІЯ:

1. Директива 2009/28/ЄС Режим доступу: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:32009L0028&from=EN>
2. Про затвердження плану заходів з імплементації Директиви ЄС 2009/28/ЄС / Розпорядження Кабінету Міністрів України №791-р (від 3 вересня 2014 р.)

3. Роїк М.В. Біоенергетика в Україні: стан та перспективи розвитку / М.В. Роїк, В.Л. Курило, М.Я. Гументик, О.М. Ганженко // Біоенергетика. 2013. №1. С. 5-10.

4. Fachagentur nachwachsende rohstoffe e.v.: Basisdaten bioenergie deutschland (станом на серпень 2013 року).

5. Mathias Schindler Verdrengt die rebe bald den mais? / Mathias Schindler // Zuckerrebe. 2014, No. 1, P.36-39/

АНОТАЦІЯ

Проаналізовано шляхи й методи освоєння нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії в Україні для організації місцевого виробництва біогазу й підвищення рівня енергетичної безпеки держави. Встановлено: вирощування біоенергетичних сільськогосподарських культур (кукурудзи на силос, цукрових буряків та цукрового сорго) на площі 3,5 млн. га забезпечить щорічне виробництво близько 51,7 млрд.м³ біогазу або 27,4 млрд.м³ біометану.

АННОТАЦИЯ

Проанализированы пути и методы освоения нетрадиционных и возобновляемых источников энергии в Украине для организации местного производства биогаза и повышения уровня энерге-

тической безопасности государства. Установлено: выращивание биоэнергетических сельскохозяйственных культур (кукурузы на силос, сахарной свеклы и сахарного сорго) на площади 3,5 млн. га обеспечит ежегодное производство около 51,7 млрд.м³ биогаза или 27,4 млрд.м³ биометана.

ANNOTATION

The article discusses the ways and methods of alternative and renewable energy sources development in Ukraine for the organization of local biogas production and improving state energy security. It was found that growing bioenergy crops (corn silage, sugar beet and sugar sorghum) on the area of 3.5m hectares will provide annual production of about 51.7b m³ of biogas or 27.4b m³.