

Отримано: 10.09.2014 р.

Прорецензовано: 19.09.2014 р.

Прийнято до друку: 25.09.2014 р.

Федуняк І. О. Ефективність виробництва біогазу в Україні / І. О. Федуняк // Наукові записки Національного університету «Острозька академія». Серія «Економіка»: збірник наукових праць / ред. кол. : І. Д. Пасічник, О. І. Дем'янчук. – Острог : Видавництво Національного університету «Острозька академія», 2014. – Випуск 26. – С. 45–49.

УДК: 338.43:620.952

JEL-класифікація: E 23

**Федуняк Ігор Осипович,**

кандидат економічних наук, ВП НУБіП України «Бережанський агротехнічний інститут»

## ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОБНИЦТВА БІОГАЗУ В УКРАЇНІ

У статті обґрунтовано необхідність використання відновлювальної біоенергії, як альтернативи викопним джерелам енергоносіїв, адже у зв'язку із значним подорожчанням палива, попит на відновлювальне біопаливо починає зростати, а особливо на біогаз, який виробляють із тваринної та рослинної сировини. Визначено вихід біогазу з побічної продукції рослинництва, а біомаса, яка залишається після переробки відходів може використовуватись в сільському господарстві як добриво.

**Ключові слова:** біоенергія, побічна продукція, біомаса, біогазовий реактор, біогаз, біодобриво.

**Федуняк Игор Осипович,**

кандидат экономических наук, ВП НУБіП Украины «Бережанский агротехнический институт»

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВО БИОГАЗА В УКРАИНЕ

В статье обоснована необходимость использования возобновляемой биоэнергии, как альтернативы ископаемым источникам энергии. Это обосновано значительным подорожанием топлива и ростом спроса на восстановительное биотопливо, а особенно на биогаз, который производят из животного и растительного сырья. Определены выход биогаза из побочной продукции растениеводства, а биомасса, которая остается после переработки отходов может использоваться в сельском хозяйстве как удобрение.

**Ключевые слова:** биоэнергия, побочная продукция, биомасса, биогазовый реактор, биогаз, биоудобрение.

**Ihor Feduniak,**

candidate of economic sciences SS of NULES of Ukraine «Berezhany Agrotechnical Institute»

## EFFECTIVENESS OF BIOGAS IN UKRAINE

Given article is based on need of renewable bioenergy as alternatives to fossil energy sources, because of significant fuel rise– demand for renewable energy begins to grow, especially on biogas produced from animal and plant raw materials. It is determined biogas yield from collateral production of plant growing and biomass that remains after recycling can be used in agriculture as fertilizer.

**Key words:** Bioenergy, collateral production, biomass, biogas reactor, biogas, biofertilizer.

**Постановка проблеми.** Використання біоенергії – важливе питання енергетичної безпеки за зростаючих світових цін на енергоресурси. Виробництво енергії на біогазових заводах є одним із найгнучкіших способів вироблення енергії на невеликих підприємствах для окремих домогосподарств та сіл або на сучасних великих підприємствах, які постачають енергію тисячам людей. Уже є сучасні технології виробництва біогазу, і вартість інвестицій скорочується. Виробництво біогазу – це природний і, по суті, біологічний процес, у якому беруть участь різні типи бактерій.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Проблемами та перспективами виробництва біогазу як альтернативного джерела енергії займаються такі дослідники та вчені, як Гелетуха Г.Г., Демчак І.М., Долінський А.А., Железна Т.А., Жовмір М.М., Калетнік Г. М., Кернасюк Ю.В., Кобець М.І., Козир В. С., Коненченков А.Є., Кузнецова А.В., Павліський В.М., Сокрут О. В., Лісничий В.М., Нагірний Ю.П., Тимченко Л. О., Чернявський С. Є., та ін. Проте дана проблематика є настільки актуальною, що потребує всебічних системних досліджень.

**Мета і завдання дослідження.** Метою статті є дослідження ефекту від виробництва біогазу як альтернативного джерела енергії на основі побічної продукції рослинництва з високими валовими зборами.

**Виклад основного матеріалу.** Використання біоенергії – важливе питання енергетичної безпеки за зростаючих світових цін на енергоресурси. Енергія з відновлюваних ресурсів є наразі однією з найбільш обговорюваних тем у Європі та в усьому світі. У той час як виробництво біоетанолу та біодизелю ви-

кликає більше суперечок, а витрати на технології для їх виробництва є високими, зростання кількості заводів із виробництва біогазу в ЄС протягом останніх п'яти років приємно вражає [1]. Тому лідером у виробництві біогазу у світі є Євросоюз загалом і Німеччина зокрема. Загальна кількість біогазових установок у Європі перевищує 11 тис, з яких 7,2 тис в Німеччині.

На тлі значного подорожчання нафти і газу і, відповідно, продуктів їх переробки перспектива перекладу підприємств країни на споживання альтернативного пального починає реалізовуватися.

Україна, маючи розвинену сільськогосподарську базу, володіє потужним потенціалом щодо виробництва біогазу, який можна виробляти з широкого спектра органічних субстратів як тваринного, так і рослинного походження. Виробництво біогазу на українських фермах та у домогосподарствах не є поширеним. Як правило, цю технологію застосовують великі виробництва, що працюють в агропромисловому комплексі та бажають мінімізувати витрати на споживання газу. Таких компаній небагато, адже для запуску лінії потрібні вільні кошти, а в умовах фінансово-економічної кризи вони є далеко не у всіх.

Перевагою біомаси є її відновлюваний характер та відносно дешева собівартість у порівнянні з традиційним паливом. Ціна альтернативної енергії від 3 до 17 разів нижча за природну, яка використовується у промисловості та бюджетній сфері. Науковцями доведено, що з точки зору виробництва біогазу уваги заслуговує рослинна сировина [2, 33–38]. Крім того, енергетичні культури мають більш високий вміст метану, ніж тваринні відходи.

Для виробництва біогазу може бути використана будь-яка біомаса (коренеплоди, гичка, бадилля, солома тощо).

Побічним продуктом біогазової технології є виробництво з переродженого шламу високоефективних незаражених добрив, які повертають в ґрунт поживні речовини і лігнін як основу утворення гумусу та забезпечують виробництво екологічно чистої продукції [3, 20].

Вихід біогазу залежить від вмісту сухої речовини і виду використовуваної сировини (табл. 1).

Таблиця 1.

Потенціал побічної продукції рослинництва з високими валовими зборами для виробництва біогазу в 2013 р.

№ за/п	Сільсько-господарська культура	Валовий збір основної продукції, тис. тонн	Коефіцієнт виходу побічної продукції	Коефіцієнт доступності побічної продукції для виробництва біогазу	Збір побічної продукції, тис. тонн	
					всього	доступної для виробництва біогазу
1	Пшениця	22279,3	1	0,5	22279,3	11139,7
2	Ячмінь	7561,6	1	0,5	7561,6	3780,8
3	Кукурудза на зерно	30949,6	1,5	0,5	46424,4	23212,2
4	Цукрові буряки	10789,4	0,8	0,5	8631,5	4315,8
5	Соняшник	11050,5	2,0	0,5	22101	11050,5
6	Ріпак	2351,7	2,0	0,5	4703,4	2351,7
7	Картопля	22258,6	0,8	0,5	17806,9	8903,5
8	Овочі	9872,6	1,1	0,5	10859,9	5430

Найбільший коефіцієнт виходу побічної продукції займають такі культури, як соняшник, ріпак та кукурудза на зерно, а коефіцієнт доступності побічної продукції для виробництва біогазу становить близько 50 % від збору побічної продукції.

Виробництво біогазу дає змогу запобігти викидам метану в атмосферу. Метан впливає на парниковий ефект у 21 разів сильніше, ніж CO<sub>2</sub>, і знаходиться в атмосфері 12 років. Захват метану – кращий короткостроковий спосіб запобігання глобальному потеплінню.

Таким чином виробництво біогазу і подальше його використання для виробництва тепла і електроенергії є найбільш ефективним засобом боротьби з глобальним потеплінням. З екологічної точки зору, виробництво метану вирішує дві важливі проблеми: утилізація органічних відходів з одержанням корисного енергоносія і сільськогосподарських добрив; обмеження викидів метану в атмосферу [4]. У сільськогосподарському виробництві, зокрема в рослинництві основним джерелом біогазу є побічна продукція рослинництва. Понад 90 % цієї органічної речовини припадає на соломку та стебла (табл. 2).

Таблиця 2  
Вихід біогазу з побічної продукції рослинництва

№ за/п	Сільсько-господарська культура	Обсяг продукції доступний для виробництва біогазу, тис. тонн	Вихід біогазу, м <sup>3</sup> /т	Вихід біогазу, тис. м <sup>3</sup>	Вага біогазу, тис. тонн (вага біогазу $12 \cdot 10^{-7}$ т/м <sup>3</sup> )	Вага ферментативної маси, тис. тонн
1	Пшениця (солома)	11139,7	342	3809777	4,97	11134,7
2	Ячмінь (солома)	3780,8	342	1293034	2,04	3778,8
3	Кукурудза на зерно (стебла)	23212,2	420	9749124	11,58	23200,6
4	Цукрові буряки (гичка)	4315,8	426	1838531	6,07	4309,7
5	Соняшник (стебла)	11050,5	180	1989090	3,17	11047,3
6	Ріпак (стебла)	2351,7	280	658476	1,19	2350,5
7	Картопля (бадилля)	8903,5	350	3116225	7,07	8896,4
8	Овочі (гичка, стебла)	5430	300	1629000	6,07	5423,9
9	Всього	70184,2		24083257	42,16	70141,9

Найвищий вихід біогазу з тонни на основі даних спостерігається з відходів таких культур, як стебла кукурудзи на зерно та гичка цукрових буряків, а саме відповідно 420 та 426 м<sup>3</sup>/т. Але враховуючи той факт, що виробництво цукрових буряків в Україні дещо зменшилося, то найбільшими енергетичними культурами на даний час є кукурудза на зерно, пшениця та картопля. Зважаючи на те, що близько 97 % виробництва картоплі розміщено в домогосподарствах, збір бадилля буде неефективним та капіталозатратним. Та необхідно відмітити, що великі підприємства, а саме агрохолдинги можуть використовувати даний продукт, як енергетичну сировину. Одним із способів виробництва енергії із бадилля картоплі є його очищення від фізичних домішок із подальшим сушінням. Наступним кроком є пресування бадилля, через яке пропускають побічний продукт при виробництві етанолу та крохмалю – барду. Це дасть змогу втримати тверді частки барди у бадиллі. Подальшим процесом є подрібнення біомаси за допомогою спеціального подрібнювача та виготовлення пелет. Корисність виробництва біогазу полягає ще й у тому, що відходи при згоранні можна використовувати як органічне добриво.

Нарощування обсягів виробництва та споживання енергії, одержаної таким чином, дає можливість зменшити витрати традиційних паливно-енергетичних ресурсів та послабити залежність України від імпорту енергоносіїв [5].

Біогаз, одержаний з біомаси з великим вмістом клітковини, містить майже однакову кількість метану і діоксиду вуглецю, а при утилізації біомаси, яка містить азотовмісні сполуки і жири, в біогазі більше метану і менше CO<sub>2</sub>. Високоенергетичний біогаз містить близько 75 % метану [6].

Отже, виробництво біогазу передбачає вирішення таких завдань, як нагромадження і підготовка біомаси, перетворення її в біогаз за рахунок метанового бродіння та раціональне використання даної продукції.

Виробництво та енергетичне використання біогазу має цілий ряд обґрунтованих і підтверджених світовою практикою переваг, а саме:

- Для виробництва біогазу використовується відновлювана біомаса. Широкий спектр використовуваної сировини для виробництва біогазу дозволяє будувати біогазові установки фактично всюди в районах концентрації сільськогосподарського виробництва та технологічно пов'язаних з ним галузей промисловості.
- Універсальність способів енергетичного використання біогазу як для виробництва електричної та/або теплової енергії за місцем його утворення, так і на будь-якому об'єкті.
- Стабільність виробництва електроенергії з біогазу протягом року дозволяє покривати пікові навантаження в мережі, особливо з урахуванням роботи нестабільних джерел, наприклад, сонячних і вітрових електростанцій.
- Агротехнічний ефект від застосування зброженої в біогазових реакторах маси на сільськогосподарських полях проявляється в поліпшенні структури ґрунтів, регенерації та підвищенні їх родючості за рахунок внесення поживних речовин органічної природи.

Біомаса, яка залишається після переробки відходів може використовуватись в сільському господарстві як добриво. Причому такі добрива значно краще і ефективніше впливають на ґрунт, на розвиток рослин та на ґрунтові води, на відміну від штучних добрив (табл. 3). Аналіз показує, що найбільший

вихід біодобрив з тонни продукції дають такі культури, як ріпак та соняшник. Це пояснюється їхньою розвинутою кореневою системою, що дає можливість втягувати поживні речовини з великих глибин, але при цьому це призводить до виснажування ґрунту.

Розвиток ринку органічних добрив, в т.ч. з переробленої в біогазових реакторах маси, в перспективі буде сприяти розвитку ринку екологічно чистої продукції сільського господарства в Україні та підвищенню конкурентоспроможності з аналогічним ринком в країнах ЄС.

Завдяки анаеробному зброджуванню органічної сировини в біогазовій установці мінералізація отриманих добрив зростає: мінеральна частина становить 60%, а органічна – 40%. За правильних умов внесення біодобрив (температура довкілля, вологість повітря й інші чинники) основні складові азоту інтенсивно взаємодіють, постійно забезпечуючи рослини поживними елементами [7].

Таблиця 3.  
Вихід біодобрив з побічної продукції рослинництва

№ за/п	Сільсько-господарська культура	Маса, тис. тонн	Азот		Фосфор		Калій	
			кг/т	т	кг/т	т	кг/т	т
1	Пшениця	11134,7	5,6	62354	2,0	22269	7,2	80170
2	Ячмінь	3778,8	5,0	18894	2,0	7558	10,0	37788
3	Кукурудза на зерно	23200,6	7,5	174005	3,0	69602	16,4	380490
4	Цукрові буряки	4309,7	3,5	15077	1,0	4310	5,0	21549
5	Соняшник	11047,3	15,6	172338	7,6	83959	52,5	579999
6	Ріпак	2350,5	7,0	16454	10,0	23505	61,9	145496
7	Картопля	8896,4	3,0	26688	1,3	11565	1,0	8896
8	Овочі	5423,9	3,4	18441	0,8	4339	6,0	32543
9	Всього	70141,9		504251		227107		1286931

Існуючі експериментальні та теоретичні дослідження енергозбережних процесів біоконверсії при утилізації органічних відходів повною мірою не відповідають практичним завданням виробництва біогазу. Тому дослідження процесів утилізації відходів сільськогосподарського виробництва з метою обґрунтування параметрів та засобів інтенсифікації анаеробного бродіння в біореакторах для отримання біогазу є актуальними [8].

Місцеве виробництво біогазу допоможе поліпшити забезпечення енергією віддалених районів, у яких імпортована енергія коштує особливо дорого.

Використання соломи для опалення дешевше за використання сільськогосподарської сировини, яку можна продавати за високою ціною на ринках харчових продуктів. Солома є в більшості регіонів України, тому добре придатна для індивідуальних систем вироблення енергії

**Висновки.** При виробництві біогазу звичайно, потрібно підраховувати тільки чисту отриману кількість енергії, також необхідно підраховуються заощаджені засоби від використання біогазу замість раніше використовуваних джерел енергії. Заміна мінеральних добрив на біодобрива дасть змогу збільшення врожайності та екологічності за рахунок кращих якостей останніх.

Розглядаючи ефект впливу біогазових технологій на енергетичний сектор, треба враховувати, що виробництво біогазу створює зовнішнє заощадження платіжного балансу країни шляхом заміни імпорту викопних джерел енергії, а також використання біогазу зменшує вартість виробництва сільськогосподарської продукції.

#### Література:

1. Кузнецова А. Чи прибуткове виробництво біогазу? / А. Кузнецова // Агробізнес сьогодні. – 2010. – № 21–22.
2. Рябов Г.А. Использование биомассы и отходов производства для решения проблем энергосбережения / Г.А. Рябов // Электрические станции. – 2005. – № 7.
3. Павліський В.М., Нагірний Ю.П., Павліська О.В. Техніко-економічне обґрунтування вибору технологій та сільськогосподарських культур для виробництва біопалива / В.М. Павліський, Ю.П. Нагірний, О.В. Павліська // Науковий вісник НУБіП України. – 2010. р. – № 146. – С. 220–228.
4. Бабич О.С. Біогаз як місцевий енергоресурс для сільськогосподарських підприємств: Матеріали науково-технічної конференції / Бабич О.С., Кухаренко П.М., Улексін В.О. – Дніпропетровськ: – 2010. – С. 88–90.

5. Про альтернативні джерела енергії : Закон України від 2003 р. №0923 [Електронний ресурс] / Верховна Рада України. – Режим доступу : <http://zakon.rada.gov.ua>.
6. Бондаренко Б. І. Проблема утилізації твердих побутових відходів та знешкодження небезпечних відходів в Україні / Б. І. Бондаренко, В. А. Жовтянський / Энерготехнологии и ресурсосбережение. – 2008. – № 4. – С. 63–69.
7. Ратушняк Г.С. Інтенсифікація біоконверсії коливальним перемішуванням субстрату: [монографія] / Ратушняк Г. С., Джеджула В. В. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2008. – С. 17.
8. Комков В.А. Экологические и технические аспекты создания нетрадиционных источников энергии / В. А. Комков. – М., 1998. – 176 с.