

УДК 330.15

В. А. Лавренчук,
аспірант, Київський національний університет імені Тараса Шевченка

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В АГРОСЕКТОРІ

Стаття містить результати порівняння сучасного стану розвитку енергоефективних технологій в агросекторі провідних країн світу. Надана класифікація та характеристика біомаси, доступної для виробництва енергії. Автор провів порівняння вартості тепла, одержуваного при спалюванні різних видів паливно-енергетичних ресурсів. Обґрунтовано основні переваги біомаси як палива.

This article contains results the current state comparison of energy efficiency in agricultural sector of leading countries. The classification and characteristic of biomass available for energy production was presented. Author has performed the cost comparison of heat obtained by burning various fuels. The main advantages of biomass as fuel were substantiated.

Ключові слова: агросектор, потенціал біомаси, енергоефективність, вартість тепла, екологічне паливо.

Key words: agrosector, the potential of biomass, energy efficiency, the cost of heat, ecological fuel.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Основна задача даної статті — проаналізувати рівень енергоефективності в агросекторі України, привести економічне обґрунтування використання відходів агросектору, як вигідного джерела енергії, оцінити потенціал біомаси, доступної для використання в енергетичній сфері.

АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ПУБЛІКАЦІЙ

Дослідженнями проблем розвитку біоенергетики займалися такі вчені, як Бородіна О., Шевчишин М., Паршиков А.М., Олійник Є., Гелетуха Г.Г., Желєзна Т.А., Жовмір М.М., Матвеев Ю.Б., Дроздова О.І. та інші.

РЕЗУЛЬТАТИ

Енергоефективність доцільно розглядати як співвідношення спожитої енергії та отриманого розміру корисного ефекту. Цей термін стає дедалі популярнішим з огляду на такі причини:

— підвищення енергоефективності — реальний спосіб зниження витрат на енергетичні потреби;

— зростання енергоефективності у виробництві та побуті дозволяє вирішувати важливі глобальні та державні проблеми, такі як зменшення викидів парникових газів та забруднення, підвищення енергетичної безпеки країни;

— тяжіння до ефективного використання енергетичних ресурсів походить від природної раціональності індивідів, проте поступово формує інші якості, такі як ощадливість та турбота про довкілля;

— це всеохоплююче поняття, яке можливо використовувати у приватному секторі, в усіх галузях промисловості та агрокомплексі.

Енергоефективність сільського господарства в Україні та ЄС. Згідно з дослідженням, проведеним в 2012 році, енергоефективність у сільському господарстві України у 3 рази нижча за аналогічний показник в ЄС. Показник рівня енергоефективності областей України наведені в таблиці 1 [2].

Основними проблемами низької енергоефективності у агросекторі України є порівняно низька врожайність, а також відсутність досвіду та практики використання енергії біомаси, яку в сучасному світі використовують достатньо широко. Використання даного джерела енергії найкращим чином відображає реалізацію принципу енергоефективного використання паливно-енергетичних ресурсів у сільському господарстві.

Біомаса в агросекторі — це органічні речовини рослинного або тваринного походження, з високим вмістом вуглецю (рослинні залишки сільськогосподарського виробництва, солом, деревина, гній). Для виробництва енергії використовують як тверду біомасу, так і отримані з неї рідкі та газоподібні палива — біогаз, біодизель, біоетанол [9].

Частка біомаси в загальному споживанні первинних енергетичних ресурсів за даними енергетичного балансу України складає 1,1% від загального постачання первинної енергії. Основне джерело біомаси в нашій країні — це дрова, які використовуються для опалення в

сільській місцевості. Інші види біомаси використовуються нераціонально. Цей факт спотворює енергетичний баланс у частині відновлювальних джерел енергії.

Особливих успіхів у виробництві енергії з використанням біомаси досягли Фінляндія та Швеція — на даний момент ці країни виробляють 20—25% тепла з використанням цього виду відновлювальної енергетики.

Проте, і в інших промислово-розвинутих країнах біомаса відіграє істотну роль: у США її частка становить близько 4%, у Данії — 6%, у Канаді — 7%, в Австрії — 14% загального споживання первинних ресурсів [3].

В ЄС і надалі продовжують активно розвивати альтернативну енергетику, у тому числі і отримання енергії з біомаси. Відповідно до енергетичної стратегії ЄС, до 2020 року внесок відновлювальних джерел енергії в загальне енергоспоживання повинен скласти 20%. Особливу увагу приділяють виробництву теплової енергії, де внесок біомаси має скласти — 76% усіх відновлювальних джерел та виробництву електроенергії (внесок біомаси — 24%). Так у Польщі до 2020 року з біомаси планують виробляти 94% усієї "зеленої" електроенергії.

Характеристика біомаси, як палива.

Біомаса є відновлювальним, CO₂-нейтральним паливом, використання якого не призводить до підсилення глобального парникового ефекту, а отже сприяє покращенню екологічної ситуації.

Реалізація біомаси з різних галузей, як джерела відновлювальної енергії, може здійснюватися такими способами [7]:

- спалюванням для отримання теплової енергії;
- перетворенням рослинного крохмалю та целюлози на біоетанол;
- виробництвом з рослинних олій або тваринних жирів біодизельного палива;
- перетворенням курячого посліду або гною на біогаз завдяки метановому бродінню.

Через унікальні природні умови, сектор сільського господарства в Україні досить розвинений. Тваринництво та рослинництво є потужними джерелами різних видів відходів, що являють собою біомасу, придатну для виробництва енергії.

Таблиця 1. Енергоефективність сільського господарства України

Область	Енергоефективність, % ЄС
АР Крим	21%
Волинська	25%
Вінницька	26%
Дніпропетровська	26%
Донецька	33%
Житомирська	51%
Закарпатська	30%
Запорізька	29%
Івано-Франківська	42%
Київська	25%
Кіровоградська	33%
Луганська	29%
Львівська	50%
Миколаївська	34%
Одеська	34%
Полтавська	34%
Рівненська	38%
Сумська	33%
Тернопільська	46%
Харківська	29%
Херсонська	25%
Хмельницька	33%
Черкаська	35%
Чернівецька	46%
Чернігівська	36%

Джерело: Ukrainian Energy Index (UEI) 2012 [2].

Проведемо класифікацію біомаси за її фізичним станом.

Більш детальним варіантом класифікації біомаси є поділ даних паливно-енергетичних ресурсів відповідно до джерела їх походження. Даний поділ дозволяє виділити такі 6 видів біомаси:

1. Відходи сільського господарства:
 - 1.1. солома злакових культур та ріпаку;

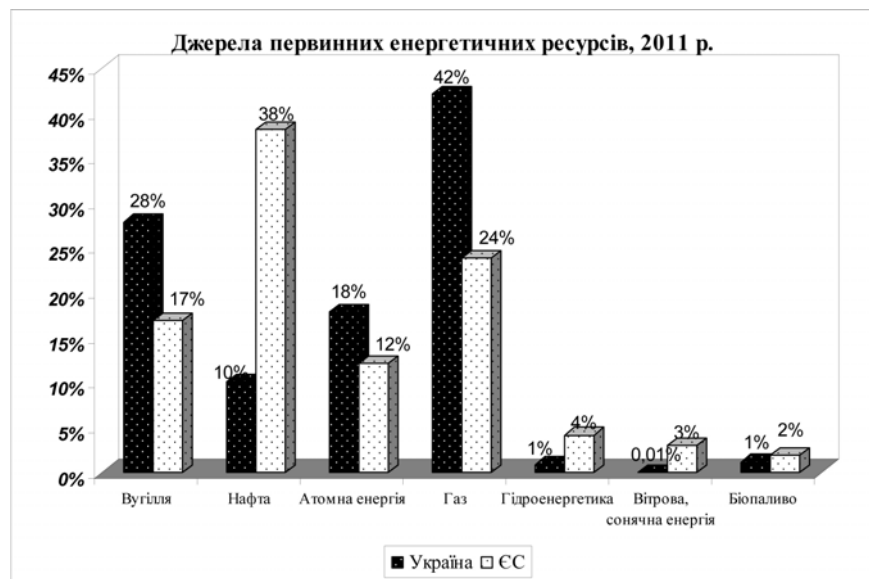


Рис. 1. Джерела первинних енергетичних ресурсів, 2011 р.

Джерело: BP Statistical Review of World Energy. June 2012 [1], Державна служба статистики України [4].

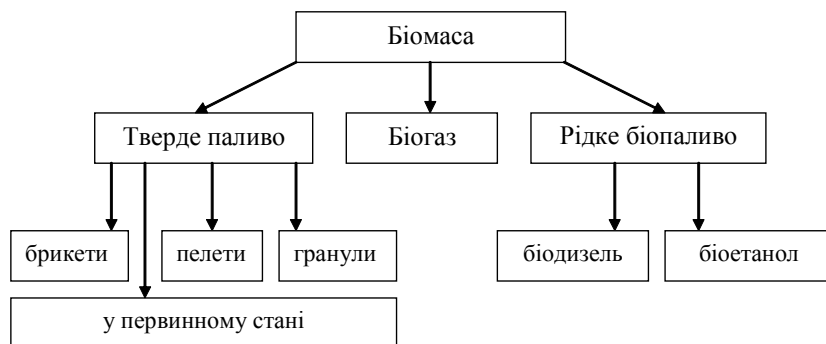


Рис. 2. Класифікацію біомаси за її фізичним станом

Джерело: розробка автора.

- 1.2. стебла, листя та стрижні початків кукурудзи;
 - 1.3. стебла, кошики, лушпиння соняшника;
 - 1.4. лушпайки рису;
 - 1.5. жом цукрового буряку.
 2. Відходи деревообробної галузі (деревна біомаса):
 - 2.1. тирса;
 - 2.2. стружка;
 - 2.3. деревне сміття тощо.
 3. Відходи тваринництва.
 4. Відходи життєдіяльності людини:
 - 4.1. біогаз із станцій аерації;
 - 4.2. біогаз з полігонів твердих побутових відходів.
 5. Торф.
 6. Енергетичні культури:
 - 6.1. традиційні швидкозростаючі культури для виготовлення дров (тополя, верба, вільха, акація);
 - 6.2. для виробництва біодизелю (ріпак та соняшник);
 - 6.3. для виробництва біоетанолу (цукровий буряк, топінамбур, цикорій, кукурудза);
 - 6.4. для виробництва біогазу (кукурудза).
- Оскільки біомаса як паливо — це відходи, то її суттєвою перевагою є відносна дешевизна

у порівнянні з традиційними видами палива. Незважаючи на політику України щодо субсидування вартості газу для населення, використання біомаси економічно більш обгрунтоване. Штучно занижена вартість газу для населення робить його дешевшим лише за деревні гранули — найдорожчий вид ресурсу серед твердого біопалива. У той же час, промисловість сплачує найвищу ціну за газ, виконуючи таким чином перехресне субсидювання населення та комунальних компаній. Тому, для промислових споживачів вартість усіх видів твердого біопалива у перерахунку на одиницю енергії є суттєво меншою від вартості природного газу [9].

Важливим показником є ціна одиниці енергії, яка враховує теплотворну здатність різних видів палива. Використовуючи тарифи для сільського населення, можна розрахувати вартість 1000 ккал тепла, одержуваного при спалюванні різних ресурсів. Порівняльний аналіз показує, що найбільш дешеве тепло дають відходи біомаси (табл. 2).

Треба відмітити, що біомасу як паливо економічно доцільно використовувати поблизу місць її накопичення або збору. Транспортування відходів сільського господарства є економічно доцільним на відстань не більше 50 км. Це пов'язано з їх низькою енергетичною цінністю (менше 10 ГДж/м³) у порівнянні, наприклад, з дизельним паливом (36 ГДж/м³). Для транспортування на велику відстань підходять спеціально виготовлене біопаливо з високою енергетичною цінністю, такі як гранули та брикети (18 ГДж/м³), біоетанол (22 ГДж/м³), біодизель (33 ГДж/м³). Таким чином, для досягнення найбільшої економічної вигоди від енергетичного використання біомаси та біопалива необхідно планувати та розробляти логістику всього ланцюжка процесу — від вирощування/збору та попередньої обробки біомаси до її постачання кінцевому споживачу [9].

Звичайно, питання про те, який вид палива використовувати, треба вирішувати в кожному конкретному випадку. Наприклад, у Голландії частина електростанцій використовує солому, а в Швеції чимало приватних господарств використовують для опалення зерно. Це пов'язано з тим, що на ринку 1 т фуражного зерна коштує 200

Таблиця 2. Кількість теплоти, одержуваної при спалюванні різних видів палива, що припадає на 1 грн. його вартості

Види палива	Кількість теплоти, одержуваної при спалюванні одиниці палива, ккал	Вартість одиниці палива, грн.	Вартість 1000 ккал. теплоти, одержуваної при спалюванні палива, грн.
Дизельне паливо (1 л)	8690	9,65	1,11
Електроенергія (кВт/год.)	864	0,26	0,30
Газ (м ³)	8400	0,73	0,07
Вугілля (кг)	6500	0,80	0,12
Дрова (кг)	2400	0,30	0,13
Біомаса (солома)	2000	0,10	0,05

Джерело: розроблено автором. Для розрахунків використані мінімальні тарифи для сільського населення станом на грудень 2012. Без врахування вартості доставки.

дол. США, тобто його використання як палива дешевше за використання природного газу. Проте, за сучасні умови росту населення в світі та дефіциту продуктів харчування, використання зернових як палива — не виглядає доцільним. Але при врожайності зернових 3—4 т зерна з га виходить майже стільки ж соломи. Таким чином, з посівних площ під зернові культури в Україні (близько 15 млн га) вийде 45 млн т соломи, що еквівалентно 18 млн т вугілля або 15 млн м³ природного газу. Правда, якщо спалювати біопаливо в звичайних печах коефіцієнт корисної дії становить 0,2—0,25. Для його підвищення розроблені спеціальні установки для спалювання біомаси з ККД рівним 0,85.

У такій установці відбувається розкладання складних молекул клітковини під впливом високої температури і при недостатці кисню з утворенням метану. Останній спалюють у спеціальній камері. Надлишок вуглецю спалюється в двоетапній реакції окислення: на першій стадії відбувається окислення твердого вуглецю і перетворення його в окис вуглецю. На другій стадії — доокислення. При цьому температура повинна бути не менше 900 градусів Цельсія. Обслуговує таку установку 1 людина, функції які зводяться до завантаження топки, приблизно, так як і звичайної печі [12].

З іншого боку, приорування соломи сприяє відновленню запасів гумусу в ґрунтах. Але в Україні досить часто можна побачити ситуацію, коли солома спалюється на полях. Тобто, солону не використовують як джерело енергії, та, навіть, як джерело добрив. У той же час, на кошти, що виникають за рахунок економії при опаленні біомасою, можна купити сучасні мінеральні добрива.

Проте використання соломи як біопалива не є її основним призначенням в агросекторі. Сільськогосподарські підприємства ведуть заготівлю соломи для використання як корму, перш за все, для великої рогатої худоби та для інших господарських потреб. Існуючий дефіцит соломи зумовлений недостатньою заготівлею. За приблизними розрахунками, навіть при урожаї зернових 50—55 млн т, потенційний збір соломи може становити 40—45 млн т. Сільськогосподарські потреби соломи прийняті у розмірі 10—15 млн т, що дорівнює плановим потребам у 1999 році, коли поголів'я великої рогатої худоби було 10,6 млн голів. Зараз поголів'я великої рогатої худоби близько 5 млн голів, тобто необхідність соломи для використання в якості корму — має знизитися [5]. Навіть за мінімальними оцінками надлишок соломи може становити 30 млн т, що еквівален-

тно 15 млн т у. п. на рік. Така кількість соломи може замінити кам'яного вугілля на суму більше 7 млрд грн., а природного газу на 5 млрд грн. Можна сказати, що 5—7 млрд грн. щорічно згорають на полях [11].

Потенціал енергетичних джерел в агросекторі України.

Щоб уникнути можливого негативного впливу на економіку та оточуюче середовище при використанні біомаси як паливного ресурсу, варто провести оцінку її потенціалу.

Україна має доволі великий потенціал біомаси, доступної для економічно обґрунтованого використання в енергетичній сфері. Основними складовими потенціалу в агросекторі є відходи сільського господарства та енергетичні культури. При цьому сільськогосподарські відходи можна вже сьогодні використовувати для виробництва енергії, тобто вони є реальною складовою. Натомість, енергетичні культури які майже не вирощуються в Україні, крім декількох експериментальних плантацій, представляють зараз "віртуальну" частину потенціалу, проте потенціал енергетичних культур навіть більше, ніж сільськогосподарських відходів. Отже, вже в найближчому майбутньому можна очікувати швидкого розвитку обох складових.

Серед сільськогосподарських відходів найбільший потенціал мають відходи виробництва соняшника (стебла, кошики, лушпиння). Друге місце посідає виробництво кукурудзи (стебла, листя, стрижні початків). Солома зернових культур та солома ріпаку посідають третє та четверте місця, відповідно [8].

За оцінками Державного агентства з енергоефективності та енергозбереження України, за відповідних зусиль до 2030 року біомаса (без частки, яку використовують інші сектори економіки) може забезпечити 8—12% загального споживання первинних енергоносіїв в Україні. У 2011 році енергетичний потенціал біомаси в Україні становив 31 млн т у. п., фактично використано — не більше 2 млн т у. п. (табл. 3).

Екологія.

За умови екологічно раціонального виробництва та використання, біомаса є відновлюваним, екологічно чистим паливом. Оскільки біомаса є CO₂-нейтральним паливом, то її використання не призводить до підсилення глобального парникового ефекту.

Тобто, окрім енергетичних проблем, застосування біомаси може допомогти у вирішенні ряду важливих екологічних проблем [13]:

1) покращити стан повітря, забрудненого шкідливими речовинами вихлопних та димових газів;

Таблиця 3. Технічно-досяжний потенціал вироблення енергоносіїв з відновлюваних джерел енергії та альтернативних видів палива

№ з/п	Напрями освоєння відновлюваних джерел енергії	Річний технічно-досяжний енергетичний потенціал, млн т у. п.
1	Біоенергетика, у тому числі:	31,0
	- електрична	10,3
	- теплова	20,7
2	Вітроенергетика	28,0
3	Енергія довкілля (теплові насоси)	18,0
4	Геотермальна теплова енергетика	12,0
5	Сонячна енергетика, у тому числі	6,0
	- електрична	2,0
	- теплова	4,0
6	Мала гідроенергетика	3,0
Загальний обсяг заміщення традиційних ПЕР		98,0

Джерело: Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України [5].

2) зменшити великі обсяги викидів в атмосферу парникових газів — діоксиду вуглецю, метану та інших.

ВИСНОВКИ

Сільськогосподарські відходи можна використовувати для економічно обгрунтованого виробництва енергії вже зараз. Екологічність біопалива може забезпечити інвестиційну привабливість цього виду енергетичних ресурсів. Кошти виручені від продажу квот по Кіотському протоколу мають бути направлені на розвиток "зеленої" енергетики. Після підписання Кіотського протоколу Україна на світовому ринку виявилась одним з найбільших продавців цього товару. За 5 останніх років наша держава отримала право продажу квот на майже 1,5 млрд т CO₂. Україна може продавати їх тим країнам, які перевитратили виділену їм кількість, залучаючи значні кошти. Такі інвестиції можуть призвести до широкого впровадження біоенергетичних технологій та покращити існуючу енергетичну та екологічну ситуацію.

Окрім суто економічної складової, використання біомаси для виробництва енергії має ще певну кількість позитивних сторін. В останні роки Україна має негативний зовнішньоторгівельний баланс, однією з причин такої ситуації є купівля імпортного природного газу. Використання біомаси може покращити торговельний баланс та сприятиме стабільності національної валюти, підвищити енергетичну безпеку країни.

Ще однією з позитивних сторін залучення біомаси до паливно-енергетичного балансу є створення нових робочих місць (збір, підготовка та доставка біомаси, обслуговування біоенергетичного обладнання), що допоможе ви-

рішенню проблеми зайнятості в сільській місцевості.

Література:

1. BP Statistical Review of World Energy. June 2012 [Електронний ресурс]. — Режим доступу: bp.com/statisticalreview
 2. Ukrainian Energy Index 2012 [Електронний ресурс]. — Режим доступу: energy-index.com.ua
 3. Key World Energy Statistics. International Energy Agency, 2011.
 4. Державна служба статистики України [Електронний ресурс]. — Режим доступу: ukrstat.gov.ua
 5. Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України [Електронний ресурс]. — Режим доступу: naer.gov.ua/
 6. Енергоефективність як ресурс інноваційного розвитку. Національна доповідь про стан та перспективи реалізації державної політики енергоефективності у 2008 році / С.Ф. Єрмілов, В.М. Геєць, Ю.П. Яценко, В.В. Григоровський, В.Е. Лір та ін. — К., НАЕР, 2009. — 93 с.
 7. Бородіна О., Шевчишин М. Відновлювальна енергетика — перспективи для сільського господарства України // Пропозиція. — № 10. — Київ, 2008.
 8. Гелетуха Г.Г., Железна Т.А., Жовмір М.М., Матвеев Ю.Б., Дроздова О.І. Оцінка енергетичного потенціалу біомаси в Україні. // Пром. теплотехніка. — № 6. — Київ, 2010. — С. 58—65.
 9. Гелетуха Г.Г., Железна Т.А. Біоенергетика в Україні. Короткий огляд // Матеріали для дебатов з питань енергозбереження. — Івано-Франківськ: ГО "Агентство з розвитку приватної ініціативи", 2011. — С. 18—23.
 10. Лавренчук В.А. Важливість питання енергоефективності для економіки України // Вісник Київського національного університету дизайну та технологій. — Київ, Вісник КНУТД. — 2010. — № 5 (т.5) — С. 81—88.
 11. Олійник Є. Зігріємось соломкою. // "Коммунальное хозяйство". — № 5 (вересень). — 2007. — С. 32—35.
 12. Паршиков А.М. Проблемы использования биомассы в качестве энергоносителя // Проблемы развития внешнеэкономических связей и привлечения иностранных инвестиций: региональный аспект. Сборник научных трудов. — Донецьк, 2008. — С. 549—555.
 13. План дій по біомасі для України // Міністерство аграрної політики України та Агентство SenterNovem. — 2009.
- Стаття надійшла до редакції 10.12.2012 р.