

УДК 620.92

Гелетуха Г.Г., Желєзна Т.А., Жовмір М.М., Матвєєв Ю.Б., Дроздова О.І.

*Інститут технічної теплофізики НАН України*

ОЦІНКА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ БІОМАСИ В УКРАЇНІ.  
ЧАСТИНА 2. ЕНЕРГЕТИЧНІ КУЛЬТУРИ, РІДКІ БІОПАЛИВА, БІОГАЗ

Виконано оцінку потенціалу біомаси, доступної для виробництва енергії в Україні, зокрема таких його складових як енергетичні культури, рідкі біопалива, біогаз та торф. Визначено площу вільних сільськогосподарських земель, які потенційно можуть бути використані для вирощування енергетичних культур. Проаналізовано складові загального енергетичного потенціалу біомаси в Україні за 2008 рік.

Выполнена оценка потенциала биомассы, доступной для производства энергии в Украине, в частности таких его составляющих как энергетические культуры, жидкие биотоплива, биогаз и торф. Определена площадь свободных сельскохозяйственных земель, которые потенциально могут использоваться для выращивания энергетических культур. Проанализированы составляющие общего энергетического потенциала биомассы за 2008 год.

Potential of biomass available for energy production in Ukraine is assessed. In particular, energy crops, liquid biofuels, biogas and peat are considered. The area of currently unused agricultural lands is estimated. These lands may be potentially used for energy crops production. Constituents of the total biomass potential for 2008 are analyzed.

ВРХ – велика рогата худоба;  
КЕВ – коефіцієнт енергетичного використання;  
КТД – коефіцієнт технічної доступності;  
ТПВ – тверді побутові відходи;

с/г – сільське господарство;  
у.п. – умовне паливо;  
 $Q_n^p$  – нижча теплота згорання.

*Енергетичні культури*

Енергетичні культури являють собою рослини, які спеціально вирощуються для використання їх в якості палива або ж для виробництва на їх основі біопалива. Класичні енергетичні культури можна розділити на кілька видів: однолітні трави, багаторічні трави, швидкоростучі дерева і деревоподібні рослини. До енергетичних можна також віднести традиційні сільськогосподарські культури у випадку їх вирощування з метою виробництва біодизелю (ріпак, соняшник), біоетанолу (цукровий буряк, кукурудза) та біогазу (кукурудза) [1].

Україна має великі площі сільськогосподарських угідь, при цьому частина ріллі є вільною від виробництва сільськогосподарських культур. Ці землі потенційно можуть бути використані для вирощування енергетичних культур. Згідно статистичних даних про розподіл сільськогосподарських угідь та посівні площі сільськогосподарських культур

у 2008 році [2], вільна площа ріллі в Україні становить 3,9 млн. га (табл. 1). Протягом останніх 10 років ця цифра коливається від 3 до 5 млн. га.

Класичні енергетичні культури

Оцінка потенціалу енергетичних культур виконується, виходячи з природно-кліматичних особливостей різних регіонів та наявності вільних земель. Спочатку розглядається потенціал класичних енергетичних культур, які доцільно вирощувати на території України. Такими культурами є тополя, верба, вільха, акація, міскантус (табл. 2). Під них береться близько половини вільної площі ріллі, припускаючи, що решта площі може бути використана для вирощування традиційних сільськогосподарських культур з метою виробництва біопалива (ріпак на біодизель та кукурудза на біогаз).

Оскільки Україна має три природно-кліматичні зони (Степ, Лісостеп, Полісся та Карпа-

Табл. 1. Розподіл сільськогосподарських угідь та посівні площі сільськогосподарських культур, 2008 р.

Землі	тис. га
Загальна земельна площа	60354,8
Сільськогосподарські угіддя у тому числі:	41625,8
рілля	
сіножаті	32473,4
пасовища	2416,2
	5501,8
Вся посівна площа в тому числі:	27133
зернові культури	15636,3
технічні культури	6777,9
картопля і овоче-баштанні культури	1966,5
кормові культури	2752,3
Площа чистих парів	1412,8
<b>Вільна площа ріллі*</b>	<b>3927,6</b>

\* Розраховується як різниця між площею ріллі та загальною посівною площею з урахуванням площі чистих парів

Табл. 2. Врожайність та нижча теплота згоряння енергетичних культур

Енергетична культура	Врожайність, т сухої маси/га в рік	$Q_n^p$ сухої маси, МДж/кг
Тополя	9,5	18,5
Верба	9	18,5
Вільха	7	20
Акація	11	17
Міскантус	12	17

ти), різні частини її території підходять для вирощування різних енергетичних культур. Тому спочатку було визначено, які саме культури доцільно вирощувати в кожній області.

Потім розглядалося кілька (максимум п'ять) сценаріїв вирощування різних культур і вибирався один, що увійшов в остаточний розрахунок по областях. При виборі сценарію бралася до уваги проблема збереження біорозмаїття, якій зараз приділяється велика увага в країнах Європи. Площа земель під класичні енергетичні культури розраховується як певний відсоток від визначеної вільної площі ріллі. Цей показник коливається від 20 % до 60 % для різних областей в залежності від місцевих умов.

Враховуючи відомі умови та обмеження для вирощування енергетичних культур, було прийнято наступний варіант їх розподілу по території України: верба – Волинська, Тернопільська, Чернівецька, Житомирська та Сумська області; тополя – Київська, Черкаська, Кіровоградська, Херсонська, Дніпропетровська та Харківська області; акація – Одеська, Миколаївська області та Автономна Республіка Крим; вільха – Рівненська, Львівська, Івано-Франківська, Хмельницька, Вінницька, Чернігівська області; міскантус – Запорізька, Донецька, Луганська області.

Треба відмітити, що запропонований вибір енергетичних культур по областях має тільки рекомендаційний характер. Для прийняття практичного рішення про висадження певної культури в даній області необхідно глибше розглянути додаткові фактори, такі як конкретне розташування ділянки на території області, характер та якість ґрунтів, рельєф місцевості, особливості місцевого ведення сільського господарства та інші.

Теоретичний потенціал розраховується, виходячи з площі насадження певної культури та її врожайності. Технічно досяжний та економічно доцільний потенціали визначаються, відповідно, через коефіцієнти технічної доступності (0,85) та коефіцієнт енергетичного використання (1,0). Результати оцінок за даними 2008 року такі: теоретичний потенціал – 12,10 млн. т у.п., технічний та економічний потенціали – 10,28 млн. т у.п.

Оцінка по областях показує, що потенціал

класичних енергетичних культур суттєво відрізняється для різних областей. Це залежить від взаємодії цілої низки факторів, таких як площа вільних сільськогосподарських земель в даній області, рекомендована енергетична культура для вирощування, доцільність використання вільних земель саме під енергетичні культури, а не з іншою метою та інших факторів. Згідно виконаній оцінці, найбільшим потенціалом енергетичних культур володіють Житомирська, Київська та Херсонська області. Найменший потенціал припадає на Закарпатську, Полтавську та Івано-Франківську області, оскільки вони мають невеликі площі вільних сільськогосподарських земель та/або малий коефіцієнт використання вільної площі під енергетичні культури.

#### Ріпак, як енергетична культура для виробництва біодизелю

Виходячи з припущення, що ріпак вирощується на вільних сільськогосподарських землях, проводилась оцінка потенціалу ріпаку, як енергетичної культури для виробництва біодизелю. Як вже зазначалось, в прийнятому для розрахунків сценарії близько половини вільної площі ріллі використовується для вирощування класичних енергетичних культур. Решта площі ділиться між ріпаком для біодизелю та кукурудзою для біогазу в пропорції приблизно 50:50.

За даними 2008 р. середня врожайність ріпаку в Україні складала 20,8 ц/га. Для оцінки обсягу потенційного виробництва біодизелю використовується показник 0,8 т/га [3, 4], що відповідає цій врожайності (по областях України показник виходу біодизелю визначався окремо для кожної області). Коефіцієнт технічної доступності в даному випадку береться 1,0, оскільки розрахунок здійснюється через показник виходу біодизелю з 1 га. Коефіцієнт енергетичного використання приймається 1,0, оскільки ріпак вирощується спеціально з метою виробництва біодизелю. Тому значення теоретичного, технічного і економічного потенціалів біодизелю співпадають між собою – 0,92 млн. т у.п./рік.

При виробництві біодизелю з ріпаку залишається солома, яку також можна використати для енергетичних потреб. Розрахунок потенціалу соломи виконується за процедурою, описаною в частині 1 цієї статті. За даними 2008 року теоретичний потенціал соломи ріпаку становить 1,94 млн. т у.п., технічний та економічний потенціали – 1,36 млн. т у.п.

#### Кукурудза як енергетична культура для виробництва біогазу

Для виробництва біогазу кукурудза вирощується за тією ж технологією, як і на силос. Сировиною для отримання біогазу є вся наземна частина рослини. Для оцінки потенційного обсягу виробництва біогазу використовується показник 185 м<sup>3</sup>/т і середня врожайність 15 т зеленої маси з 1 га [5]. Коефіцієнт технічної доступності для кукурудзи 0,7. Коефіцієнт енергетичного використання приймається 1,0, оскільки культура вирощується спеціально з метою виробництва біогазу. Результати розрахунку для 2008 року такі: теоретичний потенціал біогазу становить 1,47 млн. т у.п., технічний та економічний потенціали – 1,03 млн. т у.п.

#### *Рідкі біопалива*

##### Біодизель

Окремо виконується оцінка енергетичного потенціалу біодизелю, який може бути отриманий з ріпаку традиційного сільськогосподарського виробництва. За статистичними даними 2008 року, в Україні ріпак був зібраний з 1379,6 тис. га з середньою врожайністю 20,8 ц/га [6]. Як і у випадку ріпаку, як спеціально вирощуваної енергетичної культури, для оцінки потенціалу виробництва біодизелю використовується показник 0,8 т/га, а по областях України він визначається окремо для кожної області.

Коефіцієнт технічної доступності береться 1,0, оскільки розрахунок здійснюється через показник виходу біодизелю з 1 га. Коефіцієнт енергетичного використання приймається 0,5 на основі припущення, що тільки 50 % зібрано-

го врожаю ріпаку буде використано для виробництва біодизелю. Тоді для України в цілому потенціал біодизелю для 2008 р. складає: теоретичний та технічний – 1,38 млн. т у.п., економічний – 0,69 млн. т у.п.

### Біоетанол

Біоетанол може бути вироблений з різних видів сировини, які можна поділити на традиційні (зерно кукурудзи, зернові культури, меляса з цукрових буряків) та альтернативні (сироп з цукрових буряків, сироп з цукрового сорго, топінамбур, сироп з цикорію) [7]. Для умов України розглядаються два найбільш доступні джерела сировини: меляса з цукрових буряків та зерно кукурудзи. Меляса – побічний продукт бурякоцукрового виробництва, густа брунатна рідина, що залишається після переробки цукрових буряків як відхід виробництва цукру.

Процедура розрахунку потенціалу ґрунтується на показнику виходу біоетанолу з 1 ц сировини. Для меляси цей показник 30 л/ц, для кукурудзи – 40 л/ц [7, 8]. За даними 2008 р. в Україні було зібрано 13437,7 тис. т цукрових буряків. Обсяг меляси, що утворюється при переробці цієї кількості сировини становить 4,5...5 % обсягу цукрових буряків [3, 9]. Тоді потенціал виробництва біоетанолу з меляси складає: теоретичний та технічний 0,132 млн. т у.п./рік (КТД 1,0), економічний – 0,119 млн. т у.п./рік (КЕВ 0,9). Виходячи з обсягу виробництва кукурудзи на зерно в Україні у 2008 р. (11446,8 тис. т), потенціал виробництва біоетанолу з зерна кукурудзи складає: теоретичний та технічний – 3,33 млн. т у.п./рік (КТД 1,0), економічний – 1,10 млн. т у.п./рік (КЕВ 0,33).

### **Біогаз**

Біогаз – це газ, що утворюється при розкладі органічної складової відходів або органічної сировини в анаеробних умовах, тобто без доступу кисню. Він містить 50...80 % метану та 15...45 % діоксиду вуглецю. Сировиною для виробництва біогазу можуть бути: відходи тваринництва, органічна складова твердих побутових відходів, осад станцій аерації, кукурудза

як енергетична культура.

### Біогаз з відходів тваринництва

Найбільш поширеною практикою поводження з відходами тваринницьких комплексів є зберігання їх на відкритому повітрі в буртах (умовно сухі відходи) та в глибоких накопичувальних ставах або лагунах (рідкі відходи). В таких відходах міститься значна кількість неперетравленої органіки, обсяг якої залежить від типу утримання та годування тварин. В анаеробних умовах (наприклад, при зброджуванні в біореакторах) ця органіка може розпадатись з виділенням біогазу відносно високої калорійності (20...23 МДж/м<sup>3</sup>).

Вихідними даними для оцінки енергетичного потенціалу біогазу з відходів тваринництва є статистичні дані щодо наявного в Україні поголів'я великої рогатої худоби, свиней та птиці. При оцінюванні потенціалу прийнято, що для анаеробного зброджування придатні всі види органічних відходів тваринництва господарств всіх категорій.

В теоретичному потенціалі враховуються всі відходи від загального поголів'я ВРХ, свиней та птиці в Україні. Під технічним потенціалом розуміється обсяг відходів, який можливо організовано зібрати наявними технічними засобами.

Економічний потенціал розраховано з припущенням про економічну доцільність пріоритетного будівництва біогазових установок електричною потужністю > 200 кВт. Цей потенціал оцінювався, виходячи зі статистичних даних про кількість тваринницьких підприємств по областях України станом на 1 січня 2008 року та загальним поголів'ям на таких підприємствах. Результати розрахунків наведено у табл. 3 та на рис. 1.

### Біогаз з полігонів твердих побутових відходів

Щорічно в Україні утворюється більше 10 млн. т ТПВ. Велика частина відходів вивозиться для подальшого складування на полігони та звалища. В основному, на звалища і полігони України потрапляють ТПВ, утворені міським населенням. Саме ці відходи знаходяться в

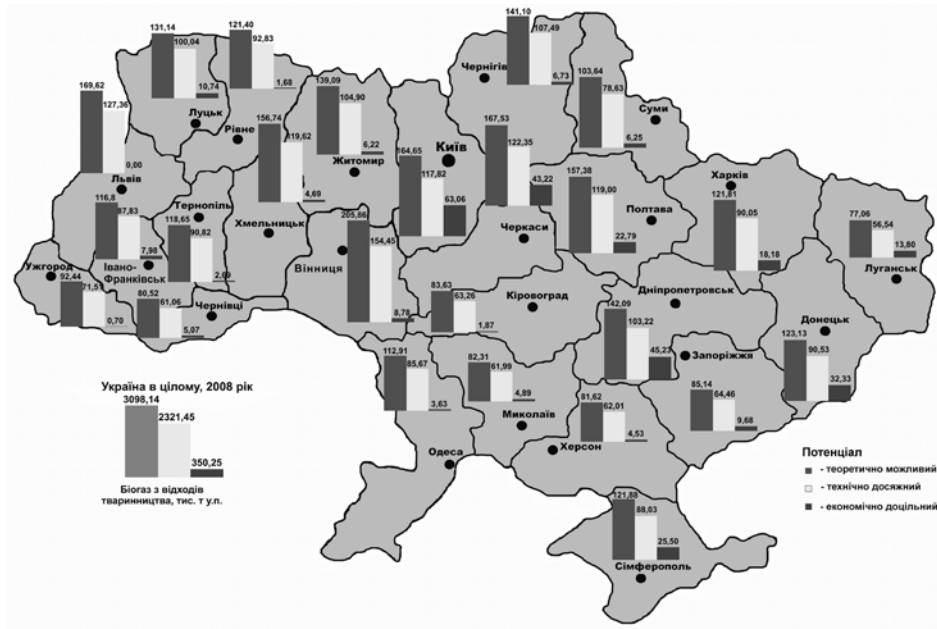


Рис. 1. Енергетичний потенціал біогазу з відходів тваринництва в Україні, 2008 рік.

Табл. 3. Потенціал виробництва біогазу з відходів тваринництва в Україні, 2008 р.

Тип тварин	Енергетичний потенціал, млн. т у.п.		
	Теоретичний	Технічний	Економічний
ВРХ	2,21	1,68	0,09
Свині	0,31	0,29	0,03
Птиця	0,58	0,35	0,23
Всього	3,10	2,32	0,35

частково анаеробних умовах, в результаті чого генерують біогаз, який може бути зібраний і використаний в енергетичних цілях. Загальноприйнятою є практика, при якій кожен населений пункт міського типу в Україні має власне санкціоноване звалище (в окремих випадках декілька). Ідея будівництва регіональних полігонів ще тільки обговорюється і чекає своєї реалізації в майбутньому.

Біогаз, що утворюється на звалищах при розкладі органічної частини ТПВ під впливом метаногенних бактерій, містить близько 50 % метану. Теплотворна здатність біогазу 18... 20 МДж/м<sup>3</sup>. Кількість метану, що може утворитися в результаті розпаду однієї тони ТПВ, визначається, в основному, морфологічним

складом відходів. Узагальнений морфологічний склад ТПВ в умовах України визначався за допомогою доступних літературних даних. Для усереднення були використані дані безпосередніх вимірювань, проведених в період 2000-2006 рр. в Києві, Харкові, містах Донецької області і АР Крим.

Теоретичний потенціал біогазу визначається, виходячи з обсягу ТПВ, вивезених за рік на звалища, через показник виходу метану з 1 т ТПВ (84,4 м<sup>3</sup>/т) з урахуванням коефіцієнту окислення метану в тілі полігону.

Для визначення технічно досяжного потенціалу основним припущенням є технічна доцільність збору біогазу для його подальшого енергетичного використання тільки на полі-

гонах і звалищах, що обслуговують міста з населенням більше 50 тис. чоловік. Передбачається, що реалізація технічного потенціалу впровадження проектів по збору біогазу повинна супроводжуватися попередніми заходами з рекультивації полігонів, в результаті чого може бути досягнута достатньо висока ефективність збору біогазу (75 %).

Для визначення економічно доцільного потенціалу основним допущенням є доцільність збору біогазу для його подальшого енергетичного використання тільки на полігонах і звалищах, що обслуговують міста з населенням більше 100 тис. чоловік. Передбачається, що для реалізації економічного потенціалу виконання проектів по збору біогазу супроводжуватиметься мінімально необхідними заходами щодо перекриття полігону верхнім шаром ґрунту, в результаті чого може бути досягнута середня ефективність збору біогазу (50 %). Це є компромісом при мінімізації вартості проекту.

Результати розрахунку енергетичного потенціалу біогазу з полігонів ТПВ такі:

- теоретичний – 0,77 млн. т у.п./рік,
- технічний – 0,46 млн. т у.п./рік,
- економічний – 0,26 млн. т у.п./рік.

Щодо розподілення потенціалу по території України, то основний потенціал біогазу пов'язаний з великими містами Київської, Донецької, Дніпропетровської областей і АР Крим.

#### Біогаз з осадів станцій аерації

За вихідні дані для оцінки потенціалу виробництва біогазу з осадів станцій аерації прийняті фактичні об'єми забруднених вод, що утворюються в Україні і так чи інакше повинні бути очищені або очищаються на

каналізаційних очисних спорудах. Із загально-го об'єму водовідведення, що включає в себе 4 категорії зворотних вод – нормативно очищені, недостатньо очищені, неочищені взагалі та нормативно чисті без очищення – до розгляду беруться перші три категорії, оскільки в них власне і міститься переважна кількість забруднень, з яких можна виділити біогаз.

Практика експлуатації станцій аерації міст показує, що об'єм осадів складає зазвичай близько 1 % від об'єму стічних вод, що пройшли очистку. Питомий вихід біогазу з осадів стічних вод оцінюється за відомою методикою [10]. При розрахунках прийняті показники, наведені в табл. 4.

При розрахунку теоретичного потенціалу утворення біогазу прийнято, що всі забруднені зворотні води по трьом категоріям будуть нормативно очищені на станціях аерації. В технічному потенціалі враховано лише стоки, що фактично потрапляють на станції аерації, в т.ч. недостатньо очищені. При цьому прийнято значення коефіцієнта консервативності 0,9, що враховує нижчу ступінь вилучення забруднень для категорії недостатньо очищених вод. В основу розрахунку економічного потенціалу покладено допущення про доцільність будівництва установок для метанізації осадів стічних вод на станціях аерації міст, чисельність населення яких перевищує 50 тис. жителів.

Результати оцінки енергетичного потенціалу біогазу з осадів станцій аерації в Україні такі:

- теоретичний – 0,21 млн. т у.п./рік,
- технічний – 0,13 млн. т у.п./рік,
- економічний – 0,09 млн. т у.п./рік.

Найбільший потенціал виробництва біогазу з осадів станцій аерації припадає на високо-розвинені промислові регіони, а саме Київську,

Табл. 4. Прийняті характеристики осадів стічних вод

Вид осадів	Вміст сухої речовини, %	Зольність, %	Відносний вміст в суміші осадів, %
Осади з первинних відстійників	3	30	40
Надлишковий активний мул	1	30	60

Донецьку, Дніпропетровську, Запорізьку та Луганську області. Міське населення в цих областях складає 33,5 % всього міського населення України.

### Торф

Україна відноситься до країн із середнім рівнем накопичення торфу. Щорічно на існуючих торф'яних болотах утворюється близько 1 мм торфу. Саме цей торф можна вважати відновлюваним джерелом енергії і відносити до біоресурсів.

Процедура розрахунку теоретичного потенціалу торфу ґрунтується на визначенні обсягів щорічного утворення торфу, виходячи з відомого рівня накопичення торфу (1 мм/рік), насипної маси та площі торфових родовищ в межах промислової глибини.

Технічно досяжний потенціал – це частка теоретично можливого потенціалу, що видобувається та використовується на енергетичні та інші потреби. Технічний потенціал розраховується з теоретичного через КТД, який для України становить 0,6.

Економічно доцільний потенціал – це частка технічно досяжного потенціалу, що має потенціального споживача, який використовує торф як паливо. Економічний потенціал розраховується з технічного через КЕВ, який для України складає 0,87.

Результати оцінки потенціалу торфу в Україні такі:

теоретичний – 0,77 млн. т у.п./рік,  
технічний – 0,46 млн. т у.п./рік,  
економічний – 0,40 млн. т у.п./рік.

Табл. 5. Енергетичний потенціал біомаси в Україні, 2008 р.

Вид біомаси	Енергетичний потенціал, млн. т у.п.		
	Теоретичний	Технічний	Економічний
Солома зернових культур	20,30	10,17	3,31
Солома ріпаку	2,94	2,06	2,06
Відходи виробництва кукурудзи на зерно (стебла, листя, стрижні початків)	8,79	6,15	4,31
Відходи виробництва соняшника (стебла, кошики)	6,68	4,48	4,48
Вторинні відходи с/г (лушпиння соняшника, жом цукрового буряку, лушпайка рису)	1,13	0,91	0,63
Деревна біомаса	2,53	2,07	1,63
Біодизель	1,38	1,38	0,69
Біоетанол	3,47	3,47	1,22
Біогаз з гною	3,10	2,32	0,35
Біогаз з полігонів ТПВ	0,77	0,46	0,26
Біогаз із стічних вод	0,21	0,13	0,09
Енергетичні культури:			
- тополя, міскантус, акація, вільха, верба	12,10	10,28	10,28
- ріпак (солома)	1,94	1,36	1,36
- ріпак (біодизель)	0,92	0,92	0,92
- кукурудза (біогаз)	1,47	1,03	1,03
Торф	0,77	0,46	0,4
<b>ВСЬОГО</b>	<b>68,50</b>	<b>47,65</b>	<b>33,02</b>

### Висновки

Зведені результати оцінки енергетичного потенціалу біомаси в Україні по статистичних даних 2008 року представлено в табл. 5. Аналіз результатів показує, що основними складовими потенціалу є первинні сільськогосподарські відходи (солома зернових культур та ріпаку, відходи виробництва кукурудзи на зерно та соняшника) і енергетичні культури. Відходи сільськогосподарського виробництва є реальною складовою потенціалу, яка вже зараз використовується для виробництва енергії. Енергетичні культури поки є віртуальною складовою, оскільки наразі в Україні практично немає енергетичних плантацій за виключенням декількох експериментальних ділянок. Але з огляду на досвід Європейських країн можна очікувати стрімкий розвиток цього сектору вже найближчими роками.

Шляхом реалізації економічного потенціалу біомаси Україна може задовольнити до 18 % загальної потреби в первинних енергоносіях. З огляду на високу залежність України від дорогих імпортованих палив, в першу чергу природного газу, очевидно, що використання біомаси є серйозним засобом підсилення енергетичної безпеки країни.

*Автори висловлюють подяку Національному агентству України з питань забезпечення ефективного використання енергетичних ресурсів за підтримку виконання даної роботи. Частина роботи виконано в рамках міжнародного проекту «Біоенергетика в Європі», що фінансується Сьомою рамковою програмою Європейської Комісії.*

### ЛІТЕРАТУРА

1. Железная Т.А., Морозова А.В. Энергетические культуры как эффективный источник возобновляемой энергии // Промышленная тепло-

техника. – 2008. – Т. 30, № 3. – С. 60-67.

2. *Статистичний щорічник України за 2008 рік.* За ред. Осауленка О.Г. Державний комітет статистики України, 2009. – 568 с.

3. *Калетник Г.М.* Економічна ефективність розвитку ринку біопалив в Україні // Проблеми науки. – 2008. – № 12. – С. 38-43.

4. *Редзюк А., Рубцов В., Гутаревич Ю.* Чи є перспектива використання ріпакової олії як моторного палива в Україні? // Пропозиція. – 1999. – № 5. – С. 55-56.

5. *Handreichung Biogasgewinnung und -nutzung.* Institut für Energetik und Umwelt gGmbH, Gül-zow, 2006. Internet: [www.big-east.eu/downloads/FNR\\_HR\\_Biogas.pdf](http://www.big-east.eu/downloads/FNR_HR_Biogas.pdf).

6. *Сільське господарство України.* Статистичний збірник за 2008 рік. За ред. Остапчука Ю.М. Державний комітет статистики України, 2009. – 370 с.

7. *Калетник Г.М.* Перспективи виробництва біоетанолу в Україні // Проблеми системного підходу в економіці. Електронне наукове фахове видання. – 2008. – №3. Інтернет сайт Національної бібліотеки України ім. В.І. Вернадського: [http://www.nbuv.gov.ua/e-journals/PSPE/2008-3/Kaletnik\\_308.htm](http://www.nbuv.gov.ua/e-journals/PSPE/2008-3/Kaletnik_308.htm).

8. *Дубровін В.О., Корчемний М.О., Масло І.П. та ін.* Біопалива (технологія, машини і обладнання). – К.: ЦТІ «Енергетика і електрифікація», 2004. – 256 с.

9. *Можливість створення цукрового заводу малої потужності в Україні* // Пропозиція. – 2001. – № 8-9. Інтернет сайт журналу Пропозиція: <http://www.propozitsiya.com/page=149&itemid=215&number=6>.

10. *СНиП 2.04.03-85.* Канализация. Наружные сети и сооружения. – М: Стройиздат, 1986 г. – 140 с.

*Получено 31.05.2010 р.*