

**ОЦІНКА ЕНЕРГЕТИЧНОГО БАЛАНСУ ТА ПЕРСПЕКТИВ ВИРОБНИЦТВА
І ВИКОРИСТАННЯ БІОПАЛИВА З РІПАКУ
В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ ЖИТОМИРЩИНИ**

Представлено результати аналізу енергетичного балансу в сільськогосподарському виробництві та енергетичної ефективності виробництва і використання біопалива з ріпаку на прикладі Житомирської області.

Постановка питання

На даний час у багатьох країнах світу спостерігається підвищення інтересу до поновлюваних джерел енергії. Це пов'язано з безперервним зменшенням запасів викопних енергоносіїв, погіршенням екології, пов'язаним з газовими викидами, що призводять до парникового ефекту, а також бажанням багатьох країн звільнити енергетичні джерела від політичної ситуації [4].

Україна належить до категорії країн, що не мають значних власних паливно-енергетичних ресурсів. За рахунок власного видобутку викопного органічного палива Україна на цей час може забезпечити свої потреби лише частково, у тому числі: з нафти – на 10–12 %, з природного газу – на 20–25 %, з вугілля – на 85–90 %. Значного збільшення ресурсів цих видів енергетичного палива у перспективі, за експертними оцінками, в країні не прогнозується [7].

Одним з найбільш популярних і універсальних енергетичних ресурсів на Землі є біомаса. Вона дозволяє отримувати не тільки їжу, але й енергію, будівельні матеріали, папір, тканини, медичні препарати і хімічні речовини. Біомаса використовується для енергетичних цілей з моменту відкриття людиною вогню. Сьогодні паливо з біомаси може використовуватися для різних цілей – від обігріву осель до виробництва електроенергії та палив для автомобілів [9].

Аналіз останніх дослідження

У багатьох країнах світу енергетика на рослинній та деревній біомасі стає ефективною самоокупною галуззю, конкурентоспроможною по відношенню до енергетики на викопному паливі. Україна ідеальна для розвитку біоенергетики завдяки наявності значних площ сільськогосподарських земель, великих масивів промислового лісу, рівнинного ландшафту, добре розвиненої інфраструктури розподілу енергії і тепла, сучасних підприємств енергетичного та загального машинобудування, а також високого рівня технічної освіти населення.

В Україні біоенергетика починає інтенсивно розвиватися в умовах необхідності досягнення певного рівня енергетичної безпеки і в повній відповідності до положень Міжнародної угоди про зміну глобального клімату та ряду законодавчих актів держави.

Наразі технічно доступний потенціал біопалива в Україні може покрити до 8–10 % очікуваного дефіциту потужностей. Позитивний досвід ряду країн, насамперед ЄС, щодо нарощування потужностей біоенергетичних виробництв, які вже сьогодні в середньому виробляють більше 15 % енергії, говорить про те, що біоенергетика рано чи пізно займе своє місце і в Україні [6, 8].

Тому актуальність дослідження з аналізу можливостей виробництва та використання біопалива у сільському господарстві окремого регіону України надзвичайно висока.

Мета, об'єкт та методика дослідження

Основною метою нашого дослідження було обґрунтування можливостей та перспектив виробництва і використання біопалива як продукту сільськогосподарського виробництва в Житомирській області.

Основним методом проведеного дослідження був розрахунковий. Показники енергетичного балансу та ефективності виробництва рослинної продукції оцінювали розрахунковим шляхом. В основу розрахунків покладено фактичне валове виробництво рослинної продукції за рік аграрним сектором Житомирської області в тоннах та енергетичну цінність кожної окремої рослинної продукції (калорійність 1 кг рослинної продукції).

При вивченні кількості продукції, необхідної для оплати 1 т дизельного палива, ціни на дизельне паливо та продукцію брали середні за роки дослідження. Останні показники цін бралися станом на січень 2013 року.

У процесі дослідження використано комплекс економіко-статистичних методів наукового пошуку, що дало змогу належно опрацювати і проаналізувати широку фактичну інформацію, що стосується досліджуваної проблеми. Досить повно використано результати власних попередніх досліджень, спостережень і аналітичних роздумів з виробництва біопалив в сільському господарстві. У дослідженні використані дані статистичних збірників щодо агропромислового комплексу України, окремих областей, матеріали статистичної звітності сільськогосподарських підприємств, результати досліджень вітчизняних і зарубіжних учених з окремих аспектів проблеми.

Результати досліджень

Сільське господарство та енергетика завжди були тісно взаємопов'язані, однак характер і міцність їх взаємовідносин з часом змінювалися. Сільське господарство завжди було джерелом енергії, а енергія – це один із основних чинників сучасного сільськогосподарського виробництва.

Проте останнім часом зв'язки між ринками сільськогосподарської та енергетичної продукції стали слабшати через постійно зростаючу залежність сільськогосподарського виробництва від хімічних добрив та мінерального палива. Зберігання, переробка і розподіл продовольства також нерідко є енергоємними видами діяльності. Тому підвищення цін на енергоносії прямо й потужно впливає на вартість виробництва сільськогосподарської продукції та ціни на продовольство.

Так за останні роки в Україні чітко простежується тенденція до наростання несприятливого для сільського господарства співвідношення цін на енергоносії та сільськогосподарську продукцію (табл. 1).

Таблиця 1. Кількість сільськогосподарської продукції, що необхідна для оплати 1 т дизельного пального

Рік	Середня ціна 1 т дизельного палива, грн	Кількість продукції, необхідної для оплати 1 т дизельного палива, т		
		зерна	м'яса	молока
2008	6 260,00	7,36	0,25	3,48
2009	5 480,00	5,77	0,18	2,74
2010	7 892,00	6,31	0,25	2,63
2011	9 988,00	5,91	0,30	3,70
2012	10 200,00	5,67	0,31	3,09
2013	10 030,00	4,73	0,33	2,97

Примітка: середні ціни за січень–лютий 2013 року

В середньому за 2008–2012 роки на придбання 1 т дизельного палива (42,7 ГДж) потрібно було виростити, зібрати, переробити, зберегти і реалізувати 5,9 т зерна (119,3 ГДж). При цьому вартість одиниці енергії в енергоносії за розглянутий період більше ніж у 2 рази вища, ніж одиниця енергії в продукції рослинництва.

Таблиця 2. Калорійність 1 кг продукції рослинництва

Вид продукції	Кількість енергії, ккал (кДж)
Зернові та зернобобові (в середньому)	4830 (20223)
Зерно пшениці	4500 (18841)
Зерно ячменю	4600 (19260)
Зерно вівса	4650 (19469)
Солома зернових культур	3350 (14026)
Солома кукурудзи	2540 (10634)
Соняшник і насіння олійних культур (в середньому)	5590 (23405)
Цукровий буряк	1150 (4815)
Кормовий буряк	1050 (4400)
Кукурудза на силос	980 (4103)
Зелена маса багаторічних трав	930 (3894)
Сіно	2290 (9588)
Картопля	860 (3601)
Овочі відкритого ґрунту (в середньому)	325 (1361)
Плодово-ягідні	430 (1800)
Зелена маса однорічних трав (в середньому вика–овес)	746 (3124)
Сіно однорічних трав	2230 (9337)

У зв'язку з цим задача задоволення наростаючих потреб сільського господарства в паливі, електричній та тепловій енергії поряд із забезпеченням екологічної безпеки зумовлює необхідність розвитку відновлюваної енергетики.

Для уявлення про перспективи виробництва біопалива нами проведено аналіз енергетичного балансу на прикладі Житомирської області та зіставлення витрат придбаних енергоносіїв з енергією, виробленою у вигляді сільськогосподарської рослинної продукції.

Як відомо, виробництво продуктів харчування сільськогосподарського виробництва – зерно, картопля, овочі, ягоди і фрукти – традиційно обчислюються в тоннах, а їх енергетична цінність – в калоріях; кормові культури – в тоннах, кормових одиницях (к. од.) і калоріях. Різні галузі енергетики також користуються своїми традиційними одиницями виміру: видобуток нафти, продуктів її переробки та вугілля – в тоннах; газу – в кубометрах; виробництво електроенергії – в кіловат-годинах. Тому спочатку потрібно привести енергетичні показники до однієї порівняльної фізичної одиниці. Такою одиницею може бути джоуль (Дж). У джоулях вимірюються вироблена робота, кінетична і потенційна енергія, теплота [9].

Для переведення в джоулі продукції рослинництва (табл. 2) та енергетики (табл. 3) ми скористалися наступними співвідношеннями: калорія міжнародна 1 кал. = 4,1868 Дж. кіловат • год - 1 кВт • год = 3,6 • 10⁶ Дж.

Розрахунки показують, що в Житомирській області за 2012 рік в сільськогосподарському секторі було вироблено рослинної продукції в енергетичному еквіваленті 69968 ТДж, а спожито – 1736 ТДж енергоносіїв (табл. 4).

Таблиця 3. Теплота згоряння 1 кг палива, ккал (кДж)

Вид палива	Кількість енергії, ккал (кДж)
Вугілля	7000 (29310)
Нафта	9940 (41867)
Бензин,	10990 (45216)
Дизпаливо	10150 (42704)
Етиловий спирт	6200 (25958)
Природний газ (1 м ³)	8470 (35586)
Олія	9900 (37681)
Білки	5500 (23027)
Вуглеводи	4000 (16747)

Основним енергоносієм сільського господарства є дизельне паливо (45,4 % придбаних енергоносіїв), далі газ – 31,9 % потім електроенергія та бензин – 11,9 та 10,8 % відповідно. Співвідношення між дизельним паливом і бензином складає 4,2:1. На одну використану енергетичну одиницю виробляється 40,3 енергетичних одиниць товарної та побічної рослинницької продукції.

Всі посівні площі Житомирської області станом на 1 січня 2012 року становили 1092,8 тис. га, або 68,2 % всіх земель сільського призначення при середній енергетичній продуктивності 64,0 ГДж/га.

Користуючись даними таблиці 4, можемо констатувати, що сільському господарству області покрити потреби в енергоносіях (1736 ТДж) в енергетичному плані може продукція, вирощена на 27125 га (2,5 % посівних площ). З урахуванням втрат при переробці біомаси на енергоносії для забезпечення сільського господарства в енергії буде потрібно відвести близько 5 % посівних площ, а для забезпечення потреби в основному енергоносії – дизпаливі – достатньо 12328 га, або 1,1 % посівних площ області.

Слід також зазначити, що сьогодні за рахунок виробництва олійних культур виробляється всього 7,7 % валової енергії рослинної продукції. При цьому в області урожайність таких основних олійних культур, як соняшник, соя і озимий ріпак за останні роки має тенденцію до зростання і в середньому за 2010–2012 роки становить 17,1, 19,0 і 18,2 ц/га відповідно.

Таблиця 4. Виробництво продукції рослинництва і об'єм придбаних енергоносіїв в Житомирській області, 2012 рік

Продукція рослинництва та енергоносії	Об'єм тис. т	Енергетичний об'єм, ТДж (1 ТДж = 10¹² Дж)	У % до об'єму придбаних енергоносіїв
Продукція рослинництва, т, в т. ч.:		69968	100
Зернові та зернобобові	1503,7	28330	40,5
Солома зернових культур (колосові)	1503,7	20902	29,9
Солома кукурудзи	204,0	2652	3,8
Насіння			
соняшник	90,3	1716	2,5
ріпак	55,2	1049	1,4
соя	138,5	2632	3,8
Цукрові буряки	515,3	2473	3,5
Картопля	99,8	346	0,5
Овочі відкритого ґрунту	11,7	15	0,1
Плодово-ягідні	0,3	1	0,0
Коренеплоди на корм	35,0	420	0,6
Кукурудза на силос	369,6	4805	6,9
Однорічні трави на сіно	29,7	280	0,4
Однорічні трави на зелений корм	18,0	179	0,3
Багаторічні трави на сіно	174,8	1685	2,4
Багаторічні трави на зелений корм	257,5	2483	3,4
Енергоносії в т. ч.:		1736	100
Електроенергія, млн. кВт×г	57,8	208	11,9
Дизельне паливо, т	18482	789	45,4
Бензин, т	4152	188	10,8
Газ, млн. м ³	15,5	551	31,9

Отже, дані таблиці 4 дозволяють зробити висновок, що для сільськогосподарських підприємств на тлі явного диспаритету цін на енергоносії та сільськогосподарську продукцію виробництво біопалива на місці з власних сировинних ресурсів може бути економічно доцільно.

Найважливішою умовою виробництва власного біопалива є його собівартість. Даний показник у виробленого біопалива повинен бути істотно нижчим, ніж у покупного. З цією метою для виробництва біопалива необхідно:

- вирощувати високоврожайні енергонасичені культури, прості і економічні у виробничому аспекті. Енергетичний вихід таких культур для виробництва

біопалива з одиниці площі має бути істотно вищим за середній виход по агропідприємству;

- використовувати більш повну переробку сировини на біопаливо. Поряд з виробництвом рослинної олії та біодизеля з насіння необхідно також налагодити виробництво твердого палива із ріпакової соломи або використовувати її в суміші з ріпаковою макухою як сировину для біогазу;

- використовувати частину макухи, що залишилася, та інші відходи на виробництво високобілкових кормів для тварин, птиці, риби.

Таблиця 5. Врожайність олійних культур в Житомирській області

Культура	2010 р.	2011 р.	2012 р.	Середнє за 3 роки
Соняшник	15,4	16,8	19,2	17,1
Соя	17,5	18,2	21,3	19,0
Гірчиця	5,0	6,8	7,0	6,3
Ріпак озимий	15,3	14,3	24,9	18,2
Ріпак ярий	12,1	15,8	15,5	14,5



Рис. 1. Виробництво озимого ріпаку в господарствах Житомирської області у 2008–2012 роках

На землях, виділених під виробництво біопалива, необхідно вирощувати високоенергетичні культури. З вирощуваних в Житомирській області сільськогосподарських культур найбільший інтерес для виробництва рідкого

біопалива становлять олійні, оскільки одержувані з них рослинні масла мають високу теплоту згорання, що близька до теплоті згорання дизельного палива. Однак середня врожайність олійних культур поки що невисока і схильна до значних коливань за роками і культурами (табл. 5, рис. 1).

Серед олійних, що культивуються в області, найбільш перспективним є озимий ріпак. За нашими попередніми даними [3] та даними інших авторів [1, 2, 10], врожайність насіння озимого ріпаку навіть на дерново-підзолистих ґрунтах може сягати 24–28 ц/га. При цьому вміст олії в насінні складає 42–45 %, вихід олії пресуванням в середньому становить 35 % від маси насіння (після віджимання в насінні залишається 8–10 % олії), врожайність соломи складає 60–80 ц/га.

Однак слід мати на увазі, що така врожайність ріпаку може бути гарантовано досягнута лише за умови ретельного дотримання технології його виробництва.

Крім того, наші розрахунки показують, що енергія, що міститься в рослинах ріпаку при врожайності насіння 24 ц/га, становить 147,3 ГДж/га. Пояснимо: вихід ріпакової олії з 1 га становить в середньому 800 кг, або енергетично 30,1 ГДж, врожайність соломи 60 ц/га забезпечить отримання 83,4 ГДж/га, ріпакової макухи (15 ц/га) за змістом жирів, білків і вуглеводів відповідає 33,8 ГДж/га. У сумі це становитиме 147,3 ГДж/га, що істотно вище за середній енергетичний гектар в Житомирській області (64,0 ГДж/га).

Найважливішою умовою доцільності вирощування сільськогосподарської культури, сорту або застосування технології є визначення коефіцієнта енергетичної ефективності (Кеф):

$$\text{Кеф} = E_c / E_z,$$

де E_c – енергія в одиниці виробленої продукції;

E_z – витрачена енергія на одиницю виробленої продукції.

Якщо Кеф більше 2 одиниць, то культури, сорти чи технології ефективні.

В наших дослідженнях за проектом «Ріпак для відродження Народицького району», де вивчалася ефективність вирощування ріпаку на радіоактивно забруднених як фіторе mediaційної культури та сировини для біопалива в умовах Житомирської області, технологія його виробництва та витрати відповідають технологіям і витратам виробництва олійних культур [3]. Розрахунки показують, що коефіцієнт енергетичної ефективності ріпаку озимого при врожайності насіння 24 ц/га становить:

$$\text{Кеф} = 30,1 / 7,84 \text{ (ГДж/т)} = 3,8.$$

При спільному використанні насіння і соломи (врожайність 60 ц/га) Кеф ріпаку становить близько 10,0.

Слід також зазначити, що отриманий в розрахунках високий енергетичний коефіцієнт з урахуванням побічної продукції належить до стадії вирощування, збирання та післязбиральної доробки ріпаку. Для вилучення потенційної енергії з його продукції необхідні додаткові витрати енергії. У зв'язку з цим, остаточний коефіцієнт енергетичної ефективності буде на 15–20 % нижче.

Отже, за нашими розрахунками, для задоволення загальної енергетичної потреби сільського господарства Житомирської області (1736 ТДж) за врожайності насіння 24 ц/га необхідні посіви ріпаку на площі 11784 га, що становить 1,1 % орних земель.

Висновки

За останні роки в Україні чітко простежується тенденція наростання несприятливого для сільського господарства співвідношення цін на енергоносії та сільськогосподарську продукцію. В середньому за 2008–2012 роки на придбання 1 т дизельного палива (42,7 ГДж) потрібно було виростити, зібрати, переробити, зберегти і реалізувати 5,9 т зерна (119,3 ГДж). При цьому вартість одиниці енергії в енергоносії за розглянутий період більш ніж у 2 рази вища, ніж одиниця енергії в продукції рослинництва.

Аналіз енергетичного балансу сільського господарства Житомирської області показав, що за рік в сільськогосподарському секторі виробляється 69968 ТДж рослинної продукції в енергетичному еквіваленті, а споживається для її виробництва – 1736 ТДж. Основним енергоносієм сільського господарства є дизельне паливо (45,4 % придбаних енергоносіїв), далі газ – 31,9 %, потім електроенергія та бензин – 11,9 та 10,8 %, відповідно.

Сільському господарству області для покриття потреби в енергоносіях (1736 ТДж) в енергетичному аспекті може слугувати продукція, вирощена на 27125 га (2,5 % посівних площ). З урахуванням втрат при переробці біомаси на енергоносії для забезпечення сільського господарства в енергії буде потрібно відвести близько 5 % посівних площ, а для забезпечення потреби в основному енергоносії – дизпаливі – достатньо 12328 га, або 1,1 % посівних площ області.

Наразі в області за рахунок виробництва олійних культур виробляється всього 7,7 % валової енергії рослинної продукції. При цьому врожайність таких основних олійних культур, як соняшник, соя і озимий ріпак за останні роки має тенденцію до зростання і в середньому за 2010–2012 роки становить відповідно 17,1, 19,0 і 18,2 ц/га.

Серед олійних, що культивуються в області, найбільш перспективним є озимий ріпак, врожайність насіння якого може сягати 24–28 ц/га, що становить біля 150 ГДж/га і істотно перевищує середній енергетичний гектар в Житомирській області (64,0 ГДж/га).

Література

-
1. Біомаса – ресурс землі / В. Роженко, С. Балабуха, І. Роженко та ін. // Пропозиція. – 2012. – № 1. – С. 98–101.
 2. Біопалива (технологія, машини і обладнання) / В. О. Дубровін, М. О. Корчемний, І. П. Масло та ін.. – К. : Енергетика і електрифікація, 2004. – 256 с.

3. *Дідух М.І.* Ріпак для відродження Народицького району / *М. І. Дідух, М. Й. Орловський.* – Житомир, 2012. – 63 с.
 4. *Дудюк Д. Л.* Нетрадиційна енергетика: основи теорії та задачі : навч. посіб. / *Д. Л. Дудюк, С. С. Мазепа, Я. М. Гнатишин* – Львів : Магнолія 2006, 2008. – 188 с.
 5. *Жолобецький Г.* Чи приживеться біопаливо в Україні? / *Г. Жолобецький* // Пропозиція. – 2008. – № 11. – С. 30–33.
 6. *Калетнік Г. М.* Біопаливо. Монографія. Продовольча, енергетична та економічна безпека України. – К. : «Хай-Тек Прес – 2010. – 516 с.
 7. *Калетнік Г. М.* Біопалив.: навч. посіб. Ефективність їх виробництва та споживання в АПК України : / *Г. М. Калетнік, В. М. Пришляк.* – Вінниця : Енозіс, 2008. – 192 с.
 8. *Ковалко М. П.* Розвинута енергетика – основа національної безпеки України / *М. П. Ковалко, О. М. Ковалко.* – К. Бізнесполіграф, 2009. – 104 с.
 9. *Месель-Веселяк В.Я.* Ефективність застосування альтернативних видів енергії в сільському господарстві України / *В. Я. Месель-Веселяк, В. С. Паштецький* // Економіка АПК. – 2011. – № 12. – С. 3–9.
 10. Електронний ресурс – Режим доступу : <http://www.nbu.gov.ua>.
-
-