УДК 338.43:664.1

ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ ВИРОЩУВАННЯ БІОЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР В УКРАЇНІ

Доронін А.В., *к.е.н., с.н.с.,*
нач. відділу землеробства, меліорації та механізації,
Національна академія аграрних наук України, м. Київ
ORCID ID: 0000-0003-2106-6239

https://doi.org/10.31073/foodresources2019-13-22

Предмет дослідження *– еколого-економічні аспекти вирощування біоенергетичних культур в Україні.* ***Мета дослідження*** *– визначення перспектив використання біомаси енергетичних культур та розробка шляхів забезпечення сталого розвитку ринку альтернативних видів палива України.* ***Застосовано методи:*** *системного аналізу й логічного узагальнення для вивчення передумов вирощування біоенергетичних культур на малопродуктивних землях як сировини для біопалива; розрахунково-конструктивний – при визначенні показників економічної ефективності; індукції та дедукції – для узагальнення результатів дослідження; абстрактно-логічний – при формулюванні висновків і пропозицій.* ***Результати дослідження.*** *В статті проведено аналіз частки енергії з відновлюваних джерел у валовому кінцевому споживанні енергії розвинених країн світу та України. Визначено, що у структурі виробництва відновлюваних джерел енергії в Україні найвагомішу частку займають біопаливо та відходи. При цьому у структурі енергоспоживання на основі відновлюваних джерел частка біопалива та відходів в Україні з роками збільшується. Розглянуто перспективи використання продукції рослинництва для виробництва альтернативного пального. В Україні є значні площі малопродуктивних земель на яких можна вирощувати біоенергетичні культури такі як енергетична верба, міскантус та інші. Висвітлено еколого-економічні аспекти виробництва альтернативних видів палива в Україні. Обґрунтовано пропозиції щодо підвищення ефективності виробництва альтернативних видів палива з продукції сільського господарства. Доведена необхідність і економічна доцільність виробництва і використання біопалива.* ***Сфера застосування результатів дослідження.*** *Розраховано на фахівців органів влади, наукових працівників, викладачів, аспірантів і студентів закладів вищої освіти. Результати досліджень мають науково-практичний характер і можуть слугувати джерелом довідкової інформації, бути основою для подальших наукових досліджень та прийняття рішень державних органів влади.*

Ключові слова: *біоенергетичні культури, енергетична верба, міскантус, біопаливо, ефективність, альтернативна енергетика.*

ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC ASPECTS OF CULTIVATION OF BIOENERGY CULTURES IN UKRAINE

***Doronin Andrii**, Candidate of Sciences, Economics,*
Senior Researcher, Head of the Department
of Agriculture, Melioration and Mechanization,
National academy of agrarian sciences of Ukraine
ORCID ID: 0000-0003-2106-6239

https://doi.org/10.31073/foodresources2019-13-22

***Subject of research** – ecological and economic aspects of cultivation of bioenergy crops in Ukraine. **The purpose of the research** is to defining the prospects of using biomass for energy crops and developing ways to ensure sustainable development of the market for alternative fuels in Ukraine. **Applied methods:** system analysis and logical generalization – to study prerequisites of growing bioenergy crops on low-productive lands as raw materials for biofuels. settlement-constructive – to determine the indicators of economic efficiency; induction and deduction – to generalize the research results; abstract-logic – to make conclusions and suggestions. **Research results.** The article presents the analysis of the energy share from renewable sources in gross final energy consumption in developing countries and in Ukraine. It has been determined that biofuel and waste have the largest share in the production structure of renewable energy sources in Ukraine. But in the structure of energy consumption based on renewable sources the share of biofuel and waste increases constantly in Ukraine. The prospects of the use of crop production output for the manufacture of alternative fuel at farm enterprises in Ukraine were considered. In Ukraine, there are large areas of low-productive land where bioenergy crops can be grown, such as energy willow, miscanthus and others. Ecological-economical production aspects of alternative kinds of fuel in Ukraine were revealed. The suggestions as to the increase of the production efficiency of alternative kinds of fuel from agricultural output were motivated. The necessity and economic expediency of the production and consumption of biofuel in the context of food and energy safety of Ukraine were proved. **Scope of application of research results.** The results are intended for specialists of authorities, scientists, teachers, post-graduate students and students of higher educational establishments. The results of the research has a scientific and practical value and can serve as a source of background information on the real state of the main sectors of the food industry. The results can be the basis for further researches and for making decisions on state support.*

***Key words:** bioenergy crops, energy willow, miscanthus, biofuels, efficiency, alternative energy.*

Вступ. З огляду на аграрно-промислову спрямованість економіки України та сприятливі ґрунтово-кліматичні умови для вирощування рослин, найперспективнішим сегментом відновлюваної енергетики для нашої держави є біоенергетика. Особливого значення набувають питання енергетичної безпеки країни, зменшення залежності від імпортованих енергоносіїв, перш за все природного газу. Тому виробництво і використання альтернативних видів палива прискорить вирішення таких стратегічних цілей для розвитку України як зменшення залежності виробників від імпорту палива та забезпечення екологічно безпечного власного виробництва біопалива за нижчою ціною, що в свою чергу забезпечить енергетичну та екологічну безпеку держави.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вивченням актуальних питань виробництва біопалива в Україні займаються такі вчені, як Г. Калетнік, М. Коденська, М. Роїк, В. Сінченко, О. Ганженко, П. Саблук, О. Шпичак, О. Захарчук, В. Бондарь, А. Фурса та ін. Однак, потребує додаткового вивчення еколого-економічних аспектів

вирощування біоенергетичних культур на малопродуктивних землях як сировини для біопалива.

Метою статті є визначення перспектив використання біомаси енергетичних культур в Україні та розробка шляхів забезпечення сталого розвитку ринку альтернативних видів палива України.

Результати дослідження. Кількість біомаси у світі становить близько 110 млрд т/рік, з якої майже 4 млрд т/рік виробляється на оброблюваних землях. За останніми оцінками для енергетичних потреб у світі використовують лише близько 3 % енергетичного потенціалу біомаси. При цьому біомаса як паливо займає четверте місце у світі за обсягами її енергетичного використання. Частка біомаси в загальному постачанні первинної енергії сягає 10 %, що становить 1272 млн тонн нафтового еквіваленту в рік [1, с. 4].

Більшість розвинених країн світу активно розвивають програми одержання та використання біопалива з рослинної сировини. В країнах Європейського Союзу частка енергії з відновлюваних джерел у валовому кінцевому споживанні енергії у 2015 р. досягла 16,7 %, майже вдвічі, порівняно з 2004 роком (8,5 %) [2]. В Україні частка енергії з відновлюваних джерел у валовому кінцевому споживанні енергії у 2015 р. становила 3,0 % [3].

Україна має великий потенціал біомаси, доступної для виробництва енергії – близько 29 млн. т у.п. Основними складовими потенціалу є побічна продукція сільського господарства (солома, стебла, кукурудзи, соняшнику та ін.) і енергетичні культури [4, 5].

Щорічно в Україні для виробництва енергії використовується близько 2 млн т у.п./рік біомаси різних видів, включаючи солому зернових культур, ріпаку, кукурудзи, соняшнику [6].

Найбільшу частку у структурі виробництва відновлюваних джерел енергії в Україні займають біопаливо та відходи – 81 %. При цьому у структурі енергоспоживання на основі відновлюваних джерел частка біопалива та відходів з роками збільшується від 63,2 % – 2007 р. до 78,3 % – 2016 р. [3]. При цьому в структурі кінцевого енергоспоживання відновлюваних джерел енергії в країнах Європейського Союзу опалення та охолодження становить – 49,7 %, а в Україні – 66 %; відповідно електрична енергія – 42,2 %, в Україні – 31 %; транспорт – 8,1 % та 3 % в Україні [3, 7].

Сировиною для виробництва твердого біопалива здебільшого є відходи деревообробної промисловості (тирса, тріска), солома зернових та зернобобових культур, соняшникова лузга тощо. Надходження такої сировини є нестабільним і носить сезонний характер, що негативно впливає на ефективності роботи заводів з виробництва твердого біопалива. Тому на особливу увагу заслуговує напрям, пов’язаний із забезпеченням сировиною виробників твердого біопалива за рахунок вирощування нових видів високопродуктивних дерев та багаторічних рослин, що дасть змогу щорічно отримувати задану кількість біомаси необхідної якості [8].

Впродовж останніх років втричі збільшилась частка біопалива у загальній структурі кінцевого споживання енергії в Україні – з 1,3 % у 2010 р. до 3,8 % у 2017 р. Натомість зменшилась частка використання природного газу – з 38,4 % у 2010 р. до 29,9 % у 2017 р., відповідно вугілля та торфу – з 11,3 % у 2010 р. до 10,4 % у 2017 р. Тобто в Україні створені всі передумови для активного виробництва і використання біопалива [9].

Згідно Закону України «Про внесення змін до Закону України «Про електроенергетику» щодо стимулювання виробництва електроенергії з альтернативних джерел енергії» (№5485-VI, від 20.11.2012 р.) передбачено встановлення, починаючи з 1 квітня 2013 р., «зеленого» тарифу на електроенергію, вироблену з біогазу та біомаси, що стимулює потік інвестицій у цей сектор біоенергетики [10].

За період 2016–2018 роки кількість енергогенеруючих компаній в Україні зросла з 268 в 2016 р. до 299 – 2018 р. Збільшилась частка компаній, які використовують енергію

сонячного випромінювання з 111 в 2016 р. до 195 в 2018 р., відповідно енергію з біогазу 12 – 2016 р., 20 – 2018 р., лише 7 компаній скористалися «зеленим» тарифом на електроенергію з біомаси в 2018 р. (2016 р. – 6) (табл. 1) [11].

Таблиця 1

Кількість енергогенеруючих компаній в Україні за 2016-2018 рр.

Джерело електроенергії	Кількість компаній, одиниць		
	2016 р.	2017 р.	2018 р.
Енергія вітру	17	12	15
Енергії з біомаси	6	6	7
Енергія з біогазу	12	11	20
Енергія сонячного випромінювання	111	130	195
Енергія малих гідроелектростанцій	122	58	62
Всього	268	217	299

Джерело: сформовано автором за даними [11]

При цьому зменшилась частка компаній, які використовують енергію малих гідроелектростанцій з 122 в 2016 р. до 62 в 2018 р. та енергію вітру – з 17 в 2016 р. до 15 в 2018 р. Така тенденція пов'язана з низьким значенням коефіцієнта «зеленого» тарифу для біомаси та біогазу.

За даними Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН потенційний вихід твердого біопалива з багаторічних енергетичних культур може складати 35,8 млн т на рік, що еквівалентно 16,3 млрд куб м природного газу [11]. Нині у світі існують декілька економічно доцільних технологій підготовки та переробки біомаси, особливо перспективним є метод гранулювання, що дозволяє підвищити ефективність отримання енергії у вигляді твердого палива.

Для визначення доцільності інвестування у біоенергетичні культури цінну інформацію надає показник енергетичної ефективності технології їх вирощування – енергетичний коефіцієнт. Одним із варіантів енергетичного коефіцієнта є критерій чистого енергетичного коефіцієнта – NER (net energy return) біопалива, отриманого з таких рослин. Він розраховується як відношення сукупної енергії, акумульованої в одиниці біопалива, до величини енергозатрат, необхідних для здійснення усіх технологічних процесів виготовлення біопалива (табл. 2) [12; 13; 14].

Таблиця 2

Чистий енергетичний коефіцієнт біопалива з окремих біоенергетичних культур

Культура	Вид біопалива	Чистий енергетичний коефіцієнт (NER)
Кукурудза	біоетанол	1,2-1,8
Цукровий буряк	біоетанол	1,2-2,2
Пшениця	біоетанол	1,2-4,2
Ріпак	біодизель	1,2-3,6
Енергетична верба	паливна тріска	16,6-55,3
Міскантус	суха біомаса	20,8-54,3

Джерело: сформовано за даними [12; 13; 14]

Як бачимо, у порівнянні з іншими біоенергетичними культурами, енергетична верба, разом з міскантусом, характеризуються найвищими енергетичними коефіцієнтами,

які можуть досягати значень 54,3 і 55,3. Це свідчить про значну енергетичну ефективність інвестування у плантації вищезгаданих біоенергетичних культур.

Слід відмітити, що в Україні найпопулярнішою з енергетичних культур є верба, але спочатку треба пройти етапи підготовки, садіння, енергетичного зрізу. Тобто потрібно зробити капітальні інвестиції, після чого протягом близько 25 років отримувати прибутки. Сільськогосподарські виробники засвідчують, що мають стабільний попит на тріску, яка вже є готовим ресурсом для спалювання в котлах, або її переробляють на паливні пелети чи брикети.

Найвищий рівень рентабельності досягається при реалізації тріски верби без її попередньої обробки з вологістю 50 % за ціною 1085 грн/т, рівень рентабельності дорівнює – 216,2 % (24-й рік вегетації енергетичної верби) [15].

Використання біоенергетичних плантацій має багато позитивних моментів, зокрема: відбувається посилення енергонезалежності населених пунктів або цілих регіонів від постачання зовнішніх енергоносіїв з виробництва теплової енергії, електроенергії; знижується залежність від ринкових цін на енергоносії; створюються додаткові робочі місця; ефективно використовуються малопродуктивні землі; відбувається розвиток малого та середнього бізнесу; підвищується інвестиційна привабливість малопродуктивних земель. Екологічний ефект від вирощування біоенергетичних культур: відбувається збагачення ґрунту мінералами, мікроелементами та речовинами природного походження, внаслідок чого такі земельні ресурси матимуть низький ступінь деградації і швидко відновлюватимуться; біоенергетичні культури при спалюванні дають високу тепловіддачу, а також низькі викиди вуглекислого та парникових газів, які переробляються рослиною в період її росту в процесі фотосинтезу; сповільнюється процес ерозії ґрунту; ґрунт очищується від пестицидів, оскільки енергетичні культури є ще і природним фільтром.

Висновки

Відновлювані джерела енергії в розвинених країнах світу продовжують відігравати ключову роль в забезпеченні своєї потреби в енергії. Забезпечення конкурентних умов виробництва альтернативних видів палива потребує створення відповідного ринку біоенергетичних культур як сировини для виробництва біопалива, використання малопродуктивних земель, придатних для вирощування енергетичних культур. В Україні є всі необхідні передумови для прискореного розвитку біоенергетики, нормативно-правового, науково-технічного та фінансового забезпечення її успішного функціонування. Для забезпечення сталого розвитку ринку альтернативних видів палива України необхідна кооперація двох напрямів – виробництва сировини для біопалива та кінцевої продукції у вигляді енергії.

Бібліографія

1. Ігнатенко О. П. Розвиток та комерціалізація біоенергетичних технологій у муніципальному секторі в Україні. Використання біомаси у муніципальному секторі: Практичний посібник. Київ, 2016. 168 с.

2. Renewable energy in the EU. Share of renewables in energy consumption in the EU still on the rise to almost 17% in 2015. Eleven Member States already achieved their 2020 targets. URL: http://ec.europa.eu/eurostat/documents/2995521/7905983/8-14032017-BP-EN.pdf/af8b4671-fb2a-477b-b7cf-d9a28cb8beea.

3. Енергоспоживання на основі відновлювальних джерел за 2007–2016 роки: Державна служба статистики України. URL: http://www.ukrstat.gov.ua.

4. Гелетиха Г. Г., Желєзна Т. А. Стан та перспективи розвитку біоенергетики в Україні. Промислова теплотехніка. 2017. т. 39. № 2. С. 60-64.

5. Гелетуха Г. Г., Желєзна Т. А., Кучерук П. П., Олійник Є. М. Сучасний стан та перспективи розвитку біоенергетики в Україні. Аналітична записка БАУ. 2004. № 9. 32с.

6. Горба О. О., Чайка Т. О., Яснолоб І. О. Розробка та вдосконалення енергетичних систем з урахуванням наявного потенціалу альтернативних джерел енергії. Колективна монографія. П. : ТОВ НВП «Укрпромторгсервіс», 2017. 326 с.

7. Report from the commission to the European parliament, the council, the European economic and social committee and the committee of the regions: Renewable Energy Progress Report. URL: https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2017/EN/COM-2017-57-F1-EN-MAIN-PART-1.PDF).

8. Роїк М. В., Ганженко О.М., Тимощук В. Л. Концепція виробництва і використання твердих видів біопалива в Україні. Біоенергетика. 2015. №1. С. 5-8.

9. Енергетичний баланс України за 2017 рік. Державна служба статистики України. URL http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2018/energ/en_bal/arh_2017.htm.

10. Про внесення змін до Закону України «Про електроенергетику» щодо стимулювання виробництва електроенергії з альтернативних джерел енергії. Закон України № 5485-VI, від 20.11.2012 р.

11. Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН. URL http://bio.gov.ua.

12. Connor, D. & Hernandez, C. (2009) "Crops for Biofuel: Current Status and Prospects for the Future" in R. W. Howarth and S. Bringezu, eds., Biofuels: Environmental Consequences and Interactions with Changing Land Use (Ithaca, NY: Scientific Committee on Problems of the Environment, Cornell University, 2009), p. 70.

13. Keoleian, G. , Volk, T. (2005) Renewable Energy from Willow Biomass Crops: Life Cycle Energy, Environmental and Economic Performance. – Critical Reviews in Plant Sciences, 24:385–406/ DOI: 10.1080/07352680500316334

14. Lewandowski, I., Schmidt, U. (2006) Nitrogen, energy and land use efficiencies of miscanthus, reed canary grass and triticale as determined by the boundary line approach. Agriculture, Ecosystems and Environment(112): 335–346 / doi:10.1016/j.agee.2005.08.003]

15. Сінченко В. М. Енергетична верба: технологія вирощування та використання. Під заг. ред. доктора с.-г. наук В.М. Сінченка. Вінниця : ТОВ Ніланд-ЛТД. 2015. 340 с.

References

1. Ihnatenko O. Rozvytok ta komertsializatsiia bioenerhetychnykh tekhnolohii u munitsypalnomu sektori v Ukraini. Vykorystannia biomasy u munitsypalnomu sektori [Development and commercialization of bioenergy technologies in the municipal sector in Ukraine. Utilization of biomass in the municipal sector]: Praktychnyi posibnyk. Kyiv, 2016. 168 s. [in Ukrainian].

2. Renewable energy in the EU. Share of renewables in energy consumption in the EU still on the rise to almost 17% in 2015. Eleven Member States already achieved their 2020 targets. URL: http://ec.europa.eu/eurostat/documents/2995521/7905983/8-14032017-BP-EN.pdf/af8b4671-fb2a-477b-b7cf-d9a28cb8beea.

3. Enerhospozhyvannia na osnovi vidnovliuvalnykh dzherel za 2007 – 2016 roky [Energy from renewable energy sources for 2007-2016]: Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy [State Statistics Service of Ukraine]. URL http://www.ukrstat.gov.ua. [in Ukrainian].

4. Heletykha H., Zheliezna T. Stan ta perspektyvy rozvytku bioenerhetyky v Ukraini [State and prospects of bioenergy development in Ukraine]. Promyslova teplotekhnika [Industrial heat engineering]. 2017. t. 39. № 2. S. 60-64. [in Ukrainian].

5. Heletukha H.H., Zheliezna T.A., Kucheruk P.P., Oliinyk Ye.M. Suchasnyi stan ta perspektyvy rozvytku bioenerhetyky v Ukraini [The current state and prospects of bioenergy development in Ukraine]. Analitychna zapyska BAU [BAU analytical note]. 2004. № 9. 32s. [in Ukrainian].

6. Horba O., Chaika T., Yasnolob I. Rozrobka ta vdoskonalennia enerhetychnykh system z urakhuvanniamnaiavnoho potentsialu alternatyvnykh dzherel enerhii [Development and

improvement of energy systems taking into account the existing potential of alternative energy sources]. Kolektyvna monohrafiia [Collective monograph]. P.: TOV NVP «Ukrpromtorhservis», 2017. 326 s. [in Ukrainian].

7. Report from the commission to the european parliament, the council, the european economic and social committee and the committee of the regions: Renewable Energy Progress Report. URL: https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2017/EN/COM-2017-57-F1-EN-MAIN-PART-1.PDF).

8. Roik M., Hanzhenko O., Tymoshchuk V. Kontseptsiia vyrobnytstva i vykorystannia tverdykh vydiv biopalyva v Ukraini [The concept of production and use of solid biofuels in Ukraine]. Bioenerhetyka [Bioenergy]. 2015. №1. S. 5 8. [in Ukrainian].

9. Enerhetychnyi balans Ukrainy za 2017 rik [Energy balance of Ukraine for 2017]. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy [State Statistics Service of Ukraine]. URL: http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2018/energ/en_bal/arh_2017.htm

10. Pro vnesennia zmin do Zakonu Ukrainy «Pro elektroenerhetyku» shchodo stymuliuvannia vyrobnytstva elektroenerhii z alternatyvnykh dzherel enerhii. [On Amendments to the Law of Ukraine "On Electricity" on the promotion of electricity production from alternative energy sources]. Zakon Ukrainy [Law of Ukraine] № 5485-VI, vid 20.11.2012 r. [in Ukrainian].

11. Instytut bioenerhetychnykh kultur i tsukrovykh buriakiv NAAN [Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet of NAAS]. URL http://bio.gov.ua. [in Ukrainian].

12. Connor, D. & Hernandez C. (2009) "Crops for Biofuel: Current Status and Prospects for the Future" in R. W. Howarth and S. Bringezu, eds., Biofuels: Environmental Consequences and Interactions with Changing Land Use (Ithaca, NY: Scientific Committee on Problems of the Environment, Cornell University, 2009), p. 70.

13. Keoleian G., Volk T. (2005) Renewable Energy from Willow Biomass Crops: Life Cycle Energy, Environmental and Economic Performance. Critical Reviews in Plant Sciences, 24:385–406/ DOI: 10.1080/07352680500316334.

14. Lewandowski, I., Schmidt, U. (2006) Nitrogen, energy and land use efficiencies of miscanthus, reed canary grass and triticale as determined by the boundary line approach. Agriculture, Ecosystems and Environment (112): 335–346 / doi:10.1016/j.agee.2005.08.003]

15. Sinchenko V. Enerhetychna verba: tekhnolohiia vyroshchuvannia ta vykorystannia [Energy willow: technology of cultivation and use]. Pid zah. red. doktora s.-h. nauk V.M. Sinchenka. Vinnytsia : TOV Niland-LTD. 2015. 340 s. [in Ukrainian].