УДК 620.92

В. М. Будзяк,
д. е. н., професор, Державний торговельно-економічний університет
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-3744-9691

DOI: 10.32702/2306-6814.2026.10.27

ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ СІЛЬГОСПКУЛЬТУР ДЛЯ БІОЕНЕРГЕТИКИ

V. Budziak,
Doctor of Economic Sciences, Professor, State University of Trade and Economics

ENERGY POTENTIAL OF CROPS FOR BIOENERGY

У статті досліджено роль біоенергетики в системі енергетичної безпеки країни. Проаналізовано законодавчі, економічні, інфраструктурні шляхи щодо підвищення ефективності біоенергетики. Обгрунтовано найбільш енергетично придатні сільгоспкультури для виробництва теплової і електричної енергії. Обчислено біоенергетичний потенціал ріпаку, цукрового буряка та кукурудзи. Встановлено основні регіональні особливості використання біоенергетичних ресурсів. Виявлено основні перешкоди розвитку біоенергетики в Україні. Досліджено вплив біоенергетики на енергетичну безпеку, стан довкілля, розвиток енергетичного ринку. Встановлено напрями потенційного використання біосировини в сільському господарстві та промисловості. Проаналізовано економічну доцільність розвитку біоенергетики для різних сфер економіки та міжнародних зв'язків. Обгрунтовано шляхи покращення економіки країни за рахунок розвитку біоенергетики. Розраховано обсяги можливого виробництва біодизелю, біоетанолу та біогазу. Запропоновано комплексні організаційні заходи для розвитку біоенергетики.

The article examines the role of bioenergy in the country's energy security system. Legislative, economic, and infrastructure ways to increase the efficiency of bioenergy are analyzed. The most energy-efficient crops for the production of heat and electricity are substantiated. The bioenergy potential of rapeseed, sugar beet, and corn is calculated. The key areas of use of the main crops for the production of heat and electricity are determined. The main regional features of the use of bioenergy resources are established. The main obstacles to the development of bioenergy in Ukraine are identified. The impact of bioenergy on energy security, the state of the environment, and the development of the energy market are studied. The areas of potential use of bioraw materials in agriculture and industry are established. The economic feasibility of the development of bioenergy for various sectors of the economy and international relations is analyzed. A critical analysis of existing economic and organizational measures to accelerate the development of bioenergy is carried out. Ways to improve the country's economy through the development of bioenergy are substantiated. The need for modernization of the economy and decentralization of the country's energy sector is proven. Promising directions for the use of energy resources in agriculture are substantiated. The volumes of possible production of biodiesel, bioethanol and biogas are calculated. Comprehensive organizational measures for the development of bioenergy are proposed.

Copyright © The Author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Directions for increasing the efficiency of the use of existing financial, economic and legislative and regulatory instruments and mechanisms in the field of the use of bioresources to meet the production and energy needs of the country are substantiated.

Ключові слова: енергетика, біоенергетика, поновлювані джерела енергії, енергетичний ринок, сільськогосподарські культури, сільськогосподарське виробництво.

Key words: energy, bioenergy, renewable energy sources, energy market, agricultural crops, agricultural production.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ У ЗАГАЛЬНОМУ ВИГЛЯДІ ТА ЇЇ ЗВ'ЯЗОК ІЗ ВАЖЛИВИМИ НАУКОВИМИ ЧИ ПРАКТИЧНИМИ ЗАВДАННЯМИ

Нині в рамках Європейського Союзу значна увага приділена питанням розвитку енергетичного сектору економіки. Зокрема одним із напрямів європейці вважають більш інтенсивне використання енергії нетрадиційних та поновлюваних джерел енергії таких як сонячна, вітрова, гідроенергія тощо. При цьому майже всі країни віддають перевагу розвитку саме біоенергетики, оскільки вона, по перше, більш доступна та має найбільший потенціал, а, по друге, дозволяє використовувати вже наявні технічні об'єкти та інфраструктуру [1]. Використання поновлюваних джерел енергії дозволить економити природні ресурси, які сьогодні використовуються на спалювання і виробництво теплової та електричної енергії традиційним способом. Власне тому актуальним стає питання щодо оцінювання існуючого потенціалу сільськогосподарських культур та відходів сільськогосподарського виробництва для розвитку біоенергетики.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Питаннями розвитку біоенергетики займалися багато науковців. Так, одні науковці досліджують технічні та технологічні аспекти розвитку біоенергетики [2]. Інші науковці аналізують розвиток біоенергетики у світі та в Європейському Союзі та обгрунтовують шляхи переходу на "зелену" енергетику [3]. Також розроблено механізм стимулювання розвитку біоенергетики в рамках окремих сільськогосподарських підприємствах [4]. Існують наукові праці, в яких обгрунтовано доцільність сталого розвитку міст на базі біоенергетичних кластерів [5]. Деякі з науковців намагалися визначити площі земель придатних для енергетичних рослин [6]. В той же час існують і праці про особливості використання біопального на ТЕЦ і ТЕС [7]. Натомість не достатньо уваги приділено дослідженню фактичного потенціалу використання сільгоспкультур для потреб біоенергетики.

ФОРМУЛЮВАННЯ ЦІЛЕЙ СТАТТІ (ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ)

Метою статті є теоретичне обгрунтування біоенергетичного потенціалу і аналітична оцінка сучасного стану його використання, що є передумовою забезпечення зрівноваженого розвитку сільського господарства та збереження навколишнього середовища.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕННЯ

Біоенергетика одна із видів нетрадиційної та поновлюваної енергетики поряд з сонячною та вітровою тощо. В Україні є значні запаси сировини для розвитку цього виду енергетики. Втім, існує цілий ряд об'єктивних та суб'єктивних перешкод щодо прискорення розвитку власне біоенергетики. Такі перешкод можна поділити на три основні групи, а саме: законодавчі, економічні та інфраструктурні.

Найбільш гострими законодавчими перешкодами щодо розвитку біоенергетики сьогодні є: монополія та брак конкуренції на ринку як теплової, так і електричної енергетики; потреба гармонізації біоенергетичних відносин згідно вимог Європейського Союзу; складність дозвільних процедур щодо введення в експлуатацію біоенергетичних об'єктів тощо. Частково ці та інші перешкоди намагається вирішити Біоенергетична асоціація України та Державне агентство з енергоефективності.

Також особливо актуальними є саме економічні перешкоди які включають:

відсутність державного фінансово-економічного та податкового стимулювання розвитку біоенергетики;

відсутність повноцінного внутрішнього ринку виробленої біоенергетичної продукції та державного протекціонізму на зовнішніх ринках для вітчизняних виробників;

відсутність стабільного фінансування галузі та інвестиційних ресурсів для розвитку галузі;

призупинення виплат за "зеленим" тарифом та непоширеність його дії на різні види виробництва теплової енергії, а також обмеження поширеності на різноманітні способи виробництва електричної енергії.

Інфраструктурні обмеження розвитку біоенергетики пов'язані, насамперед, із не розвинутістю внутрішнього енергетичного ринку загалом та ринку пального зокрема, а також з недосконалою логістикою стабільного постачання відповідної сільськогосподарської сировини та "відходів" сільського господарства.

Незважаючи на всі ці перешкоди та беручи до уваги подальшу децентралізацію енергетичної системи України розвиток біоенергетики набуває все більшої популярності. Одним із основних джерел сировини для біоенергетичних установок було і залишається сільське господарство. В першу чергу йдеться про тваринництво та про його відходи. Втім, вже тривалий час вітчизняне тваринництво перебуває в занепаді а тому слід більше уваги приділити рослинництву як масштабному джерелу сировини для біоенергетики. При цьому рослинництво можна розглядати через безпосереднє вирощування основних сільгоспкультур як сировини для біоенергетики і як використання залишків сільгоспкультур.

Для більш повного охоплення різних видів енергетичної сировини з основних сільгоспкультур необхідно проаналізувати площі та обсяги вирощування найбільш поширених енергетичних культур (Табл. 1). До числа таких сільгоспкультур слід віднести наступні: ріпак, цукровий буряк та кукурудзу. Зокрема з ріпака планується виробництво біодизелю, з цукрового буряка виробництво біоетанолу, а з кукурудзи нині виробляють біогаз.

Крім основного врожаю для енергетичних цілей можна використовувати ще й залишки цих культур. З ріпака такою побічною продукцією є ріпаковий жом (макуха) та солома. Відповідно з буряка побічною продукцією є буряковий жом, меляса або кормова патока і бурякова гичка. В той час як побічною продукцією від кукурудзи є силос, стебла, листя.

Аналіз фактичного регіонального поширення енергетичних культур, насамперед, для виробництва біогазу, дозволив визначити найбільш перспективні для подальшого вирощування цих культур області України. Так, найбільш перспективними для вирощування ріпаку є Дніпропетровська, Одеська та Миколаївська області в яких потенційні площі можуть становити близько 20—30 тис га (Табл. 2). Відповідно для вирощування цукрового буряка найбільш перспективними є Вінницька область (до 20 тис га), а також перспективні площі мають Тернопільська, Хмельницька та Полтавська області а саме по 4—5 тис га. В той час як найбільш перспективними для вирощування кукурудза є Полтавська, Вінницька, Чернігівська та Черкаська області в яких під енергетичні культури можна буде виділити до 80 тис га.

Виходячи із обчислених перспективних площ під основні енергетичні культури в регіонах України та беручи до уваги середні величини виходу з сільгоспкультур відповідної енергетичної сировини, а саме 270 кг біодизелю з 1 1 тони ріпаку, 800—1000 літрів біоетанолу з 1 тони цукрового буряку, а також 200—

Таблиця 1. Площа та обсяг вирощування основних енергетичних сільськогосподарських культур

Регіон	Ріпак		Цукровий буряк		Кукурудза	
	Площа, тис га	Обсяг вирощування, тис т	Площа, тис га	Обсяг вирощування, тис т	Площа, тис га	Обсяг вирощування, тис т
Україна	1156,2	3318,0	183,8	9941,5	4124,5	26186,9
Вінницька	89,0	299,8	48,3	2352,9	379,3	1948,3
Волинська	47,5	175,5	7,3	381,2	47,1	396,1
Дніпропетровська	136,5	334,5	-	-	251,2	932,3
Донецька	14,1	30,9	0,1	2,4	11,9	40,9
Житомирська	46,1	133,0	3,2	160,6	200,5	1088,7
Закарпатська	-	-	-	-	48,7	203,7
Запорізька	31,6	60,3	-	-	10,1	28,5
Івано-Франківська	18,5	70,2	-	-	55,2	437,8
Київська	51,6	156,0	5,7	200,9	310,3	1910,5
Кіровоградська	68,0	180,6	9,0	502,0	330,2	1773,4
Луганська	-	-	-	-	21,8	61,0
Львівська	46,8	176,7	15,0	1109,2	86,1	753,5
Миколаївська	98,9	199,4	-	-	82,1	282,2
Одеська	145,1	270,3	-	-	150,5	433,7
Полтавська	23,5	65,4	22,4	1072,3	495,5	3588,8
Рівненська	24,7	79,8	18,1	998,0	80,8	608,3
Сумська	30,2	103,0	-	-	277,4	2230,9
Тернопільська	77,1	305,3	20,2	1204,0	121,4	1073,8
Харківська	-	-	-	-	127,7	773,7
Херсонська	11,5	21,7	-	-	1,1	6,4
Хмельницька	85,3	292,9	21,1	1288,3	228,5	1856,1
Черкаська	49,4	175,6	9,8	455,3	362,1	2400,5
Чернівецька	11,8	32,3	-	-	63,1	442,6
Чернігівська	39,0	128,0	1,7	102,2	381,9	2915,2

Джерело: розрахунки автора на основі [8].

Copyright © The Author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Таблиця 2. Перспективні для вирощування площі та урожайність основних енергетичних сільськогосподарських культур

Регіон	Ріпак		Цукровий буряк		Кукурудза	
	Площа, тис га	Урожайність, ц з 1 га	Площа, тис га	Урожайність, ц з 1 га	Площа, тис га	Урожайність, ц з 1 га
Україна	231,2	28,7	36,8	541,2	824,9	63,5
Вінницька	17,8	33,7	9,7	487,4	75,9	51,4
Волинська	9,5	37,0	1,5	522,4	9,4	83,9
Дніпропетровська	27,3	24,5	-	-	50,2	37,1
Донецька	2,8	21,9	0,02	288,4	2,4	34,3
Житомирська	9,2	28,8	0,6	502,6	40,1	54,3
Закарпатська	-	-	-	-	9,7	41,9
Запорізька	6,3	19,0	-	-	2,0	28,1
Івано-Франківська	3,7	37,7	-	-	11,0	79,3
Київська	10,3	30,2	1,1	358,1	62,1	61,6
Кіровоградська	13,6	26,5	1,8	560,7	66,0	53,7
Луганська	-	-	-	-	4,4	28,0
Львівська	9,4	37,7	3	738,4	17,2	87,5
Миколаївська	19,8	20,1	-	-	16,4	34,4
Одеська	23,0	18,6	-	-	30,1	28,8
Полтавська	4,7	27,7	4,5	478,5	99,1	72,4
Рівненська	4,9	32,2	3,6	551,2	16,2	75,3
Сумська	6,0	34,0	-	-	55,5	80,4
Тернопільська	15,4	39,6	4,0	595,7	24,3	88,5
Харківська	-	-	-	-	25,5	60,6
Херсонська	2,3	18,9	-	-	0,2	57,4
Хмельницька	17,1	34,3	4,2	608,9	45,7	81,2
Черкаська	9,9	35,5	1,9	462,7	72,4	66,3
Чернівецька	2,4	27,5	-	-	12,6	70,0
Чернігівська	7,8	32,8	0,3	595,7	76,4	76,3

Джерело: розрахунки автора на основі [8].

220 м^3 біогазу з 1 тони кукурудзи можна розрахувати загальні обсяги перспективної енергетичної сировини (Табл. 3).

Найбільше біодизелю з ріпака можна отримати в Дніпропетровській, Чернівецькій, Тернопільській та Вінницькій областях близько 60 тис. тон. При цьому загальноукраїнський обсяг виробництва перспективного біодизелю становитиме щороку понад 660 тис тон. Найбільший обсяг біоетанолу в перспективі можна буде виробити з цукрового буряка у Вінницькій області а саме майже 380 тис літрів. Значно менше але все ще перспективним є виробництво біоетанолу у Хмельницькій, Тернопільській та Львівській областях від 170 до 205 тис літрів на рік при загальноукраїнському виробництві у 1,5 млн літрів. Найбільші обсяги виробництва біогазу з кукурудзи в перспективі можуть бути у Полтавській та Чернігівській областях відповідно 143 та 116 тис м^3. Дещо менше можуть виробляти біогазу, але все таки перспективними є Черкаська та Сумська області (по 100 тис м^3).

Шляхами підвищення ефективності використання сировини із сільськогосподарських культур та їх відходів для біоенергетики пов'язані із комплексом

Таблиця 3. Перспективні обсяги вирощування основних енергетичних сільськогосподарських культур та біопального

Регіон	Ріпак		Цукровий буряк		Кукурудза	
	Обсяг вирощеної сільгосп культури, тис т	Обсяг біодизелю, тони	Обсяг вирощеної сільгосп культури, тис т	Обсяг біоетанолу, літрів	Обсяг вирощеної сільгосп-культур, тис т	Обсяг біогазу, м^3
Україна	663,5	179,1	1991,6	1593280	5238,1	1047620
Вінницька	59,9	16,2	472,8	378240	390,1	78020
Волинська	35,2	9,5	78,4	62720	78,9	15780
Дніпропетровська	66,9	18,1	-	-	186,2	37240
Донецька	6,1	1,7	0,58	464	8,2	1640
Житомирська	26,5	7,2	30,2	24160	217,7	43540
Закарпатська	-	-	-	-	40,6	8120
Запорізька	11,9	3,2	-	-	5,6	1120
Івано-Франківська	13,9	3,8	-	-	87,2	17440
Київська	31,1	8,4	39,4	31520	382,5	76500
Кіровоградська	36,0	9,7	100,9	80720	354,4	70880
Луганська	-		-	-	12,3	2460
Львівська	35,4	9,6	221,5	177200	150,5	30100
Миколаївська	39,8	10,7	-	-	56,4	11280
Одеська	42,8	11,6	-	-	86,7	17340
Полтавська	13,0	3,5	215,3	172240	717,5	143500
Рівненська	15,8	4,3	198,4	158720	121,9	24380
Сумська	20,4	5,5	-	-	446,2	89240
Тернопільська	60,9	16,4	238,3	190640	215,1	43020
Харківська	-		-	-	154,5	30900
Херсонська	4,3	1,2	-	-	1,2	240
Хмельницька	58,7	18,8	255,7	204560	371,1	74220
Черкаська	35,1	9,5	87,9	70320	480,0	96000
Чернівецька	66	17,8	-	-	88,2	17640
Чернігівська	25,6	6,9	17,9	14320	582,9	116580

Джерело: розрахунки автора на основі [8].

організаційно-економічних заходів. До їх переліку слід віднести наступні:

— вирощування багаторічних трав (міскантус, свічграс, топінамбур) та швидкорослих дерев і кущів (верба, тополя, сосна, акація);

— максимальне використання сільськогосподарських відходів та відходів деревообробки;

— локалізація виробництва енергії з біомаси на місцях та оптимізація транспортних витрат;

— впровадження нових та модернізація існуючих технологій та енергоефективних біоустановок;

— прискорений розвиток виробництва біометану як особливого екологічного палива та його експорт;

— розробка та впровадження державних програм підтримки розвитку різних напрямів біоенергетики.

Все це провинно супроводжуватися будівництвом нових біоенергетичних комплексів і підприємств з метою забезпечення тепловою та електричною енергією споживачів, а також сприяти зменшенню викидів парникових газів в атмосферу та створенню нових робочих місць, насамперед в сільській місцевості.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ РОЗВІДОК У ДАНОМУ НАПРЯМІ

Масштабне використання наявного енергетичного потенціалу лише в сільському господарстві дозволить Україні суттєво знизити свою залежність від імпорту енергоресурсів для роботи теплових та електричних станцій, а також від імпорту пального для автомобільного транспорту. Крім цього власне сама біоенергетика стане більш децентралізованою, тобто більш безпечною та наближеною до споживача, що особливо важливо в умовах російської агресії.

Одночасно розвиток біоенергетики дозволить вирішити і ряд екологічних проблем а саме, з одного боку, очистити довкілля від відходів сільськогосподарського виробництва а, з іншого боку, сприятиме зменшенню викидів парникових газів в атмосферу. Також будуть створенні нові робочі місця, насамперед в сільській місцевості та відбуватиметься залучення додаткових інвестицій у розвиток сільськогосподарського виробництва.

Перспективними для подальших досліджень стануть інші сфери виробництва сировини для розвитку біоенергетики, які включають лісове та водне господарство. Окремим важливим напрямом для подальших досліджень є інтеграційні зв'язки енергетичного ринку України та Європейського Союзу.

Література:

1. Директива 2009/28/ЄС Європейського Парламенту та Ради про заохочення до використання енергії, виробленої з відновлюваних джерел. URL: https://ips.ligazakon.net/document/MU09267 (дата звернення: 27.11.2025).

2. Будько М. О. Біоенергетика. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 109 с. URL: https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/6080fa08-6dff-4a86-9044-76c702038ecd/content (дата звернення: 11.12.2025).

3. Епік О. Розвиток біоенергетики в світі та ЄС. Проєкт сприяння переходу України до "зеленої" енергетики. URL: https://ua-energy.org/uk/posts/sektor-biomasy-ie-naibilshym-robotodavtsem-v-sferi-vde-v-yes

4. Григорук І. І. Механізм стимулювання розвитку біоенергетичного напрямку в сільськогосподарських підприємствах. URL: https://svr.pnu.edu.ua/wp-content/uploads/sites/5/2020/10/dis_Hryhoruk.pdf (дата звернення: 17.11.2025).

5. Безус В. Біоенергетичні кластери: рецепт сталого розвитку міст. Економічна правда. 2023. URL: https://www.epravda.com.ua/columns/2023/01/25/696334/ (дата звернення: 21.11.2025).

6. Гадзало Я. 8 млн га придатні для енергетичних рослин. URL:http://naas.gov.ua/news/?ELEMENT_ID=4466 (дата звернення: 24.11.2025).

7. Крамар В. Використання твердої біомаси як палива на ТЕЦ і ТЕС. URL: https://uabio.org/wp-content/uploads/2023/11/5.-Kramar-V.-G.-Vykorystannya-tverdoyi-biomasy-yak-palyva-na-TETS-i-TES.pdf (дата звернення: 19.11.2025).

8. Рослинництво України. 2022 рік. К: Державна служба статистики України, 2023. 192 с.

References:

1. European Parliament (2009), "Directive 2009/28/EU of the European Parliament and of the Council on the promotion of the use of energy produced from renewable sources", available at: https://ips.ligazakon.net/document/MU09267 (Accessed 27 November 2025).

2. Budko, M.O. (2021), Bioenerhetyka [Bioenergetics], KPI im. Ihoria Sikorskoho, Kyiv, Ukraine, available at: https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/6080fa08-6dff-4a86-9044-76c702038ecd/content (Fccessed 11 December 2025).

3. Epik, O. (2021), "Development of bioenergy in the world and the EU. Project to promote Ukraine's transition to "green" energy", available at: https://uabio.org/wp-content/uploads/2021/03/1.EU4USociety_presentation-bioenergy-1.pdf (Accessed 4 December 2025).

4. Hryhoruk, I.I. (2020), "The mechanism of stimulating the development of the bioenergy direction in agricultural enterprises", available at: https://svr.pnu.edu.ua/wp-content/uploads/sites/5/2020/10/dis_Hryhoruk.pdf (Accessed 17 November 2025).

5. Bezus, V. (2023), "Bioenergy clusters: a recipe for sustainable urban development", Ekonomichna Pravda, available at: https://www.epravda.com.ua/columns/2023/01/25/696334/ (Accessed 21 November 2025).

6. Hadzalo, Ya. (2018), "8 million hectares are suitable for energy crops", available at: http://naas.gov.ua/news/?ELEMENT_ID=4466 (Accessed 24 November 2025)

7. Kramar, V. (2023), "Use of solid biomass as fuel at thermal power plants and thermal power plants", available at: https://uabio.org/wp-content/uploads/2023/11/5.-Kramar-V.-G.-Vykorystannya-tverdoyi-biomasy-yak-palyva-na-TETS-i-TES.pdf (Accessedate 19 November 2025).

8. Derzhkomstat (2023), Roslynnytstvo Ukrainy. 2022 rik [Crop production of Ukraine. 2022], Kyiv, Ukraine.

Отримано редакцією журналу / Received: 08. 05.26
Прорецензовано / Revised: 19. 05.26
Дата публікації / Published: 21.05.26

Copyright © The Author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).