

УДК 338.43:631

Літвак О.А.  
здобувач

Миколаївського національного аграрного університету

**БІОЕКОНОМІЧНІ ПРІОРИТЕТИ У РОЗВИТКУ АГРАРНОГО СЕКТОРА****BIOECONOMIC PRIORITIES IN THE DEVELOPMENT OF AGRARIAN SECTOR****АНОТАЦІЯ**

У статті визначено складові біоенергетичного потенціалу сільськогосподарського виробництва. Проведено оцінку загального потенціалу біомаси сільськогосподарського походження Миколаївської області. Визначено питому вагу складових біомаси в загальному обсязі біоенергетичного потенціалу регіону. На основі проведених розрахунків та виявлених тенденцій у розвитку сільського господарства зроблено прогноз щодо подальшого формування енергетичного потенціалу біомаси. Розглянуто еколого-економічні переваги при використанні альтернативного палива з органічної сировини сільськогосподарського походження.

**Ключові слова:** біомаса, енергетичний потенціал, відходи тваринництва, первинні відходи рослинництва, вторинні відходи рослинництва, деревні відходи, енергетичні культури.

**АННОТАЦИЯ**

В статье определены составляющие биоэнергетического потенциала сельскохозяйственного производства. Проведена оценка общего потенциала биомассы сельскохозяйственного происхождения Николаевской области. Определен удельный вес составляющих биомассы в общем объеме биоэнергетического потенциала региона. На основе проведенных расчетов и выявленных тенденций в развитии сельского хозяйства региона сделан прогноз относительно дальнейшего формирования энергетического потенциала биомассы. Рассмотрены эколого-экономические преимущества при использовании альтернативного топлива и органического сырья сельскохозяйственно происхождения.

**Ключевые слова:** биомасса, энергетический потенциал, отходы животноводства, первичные отходы растениеводства, вторичные отходы растениеводства, древесные отходы, энергетические культуры.

**ANNOTATION**

The article defines the components of bioenergy potential of agricultural production. The estimation of the total potential of biomass of agricultural origin of Mykolayiv region. Determine the proportion of biomass components in total energy potential of the region. On the basis of calculations and trends identified in the development of agriculture in the region made the forecast on the further formation of the energy potential of biomass. We consider environmental and economic benefits of using alternative fuels from organic raw materials of agricultural origin.

**Keywords:** biomass energy potential, animal wastes, crop residues primary, secondary crop residues, wood waste, energy crops.

**Постановка проблеми.** Пошук рішень у підвищенні ефективності аграрного виробництва вимагає реалізації низки заходів щодо поліпшення стану природних ресурсів. Перетворення сільськогосподарських систем за допомогою впровадження маловитратних технологій, інтегруючих агроекологічні процеси у виробництво продуктів харчування, з одночасною мінімізацією негативного впливу на навколишнє середовище є ключовим підходом до створення екологоорієнтованого сільського господарства.

Сучасні біотехнології дозволяють виробляти екологічно чисту продукцію, зберігаючи при цьому навколишнє середовище, що сприяє запровадженню біоекономічних підходів у розвитку аграрного сектора. При застосуванні біотехнологій в аграрному секторі з'являються додаткові можливості вирішення таких глобальних проблем, як: нестача продовольства, пов'язана зі зростанням населення; вичерпання копалин мінеральних ресурсів; забруднення навколишнього середовища; поліпшення якості життя, соціальне забезпечення.

Важливе значення у реалізації біоекономічного підходу у розвитку аграрного сектора має відновлювана органічна речовина, яка генерується рослинами в процесі фотосинтезу – біомаса. В аграрному секторі первинним джерелом біомаси є сільськогосподарські культури, відходи та побічні продукти рослинництва і відходи тваринництва, які дають велику кількість органічного матеріалу, придатного для отримання додаткової енергії.

Окрім енергетичних проблем, застосування біомаси та біопалив сприяє вирішенню ряду важливих екологічних проблем: стан повітря, забрудненого шкідливими речовинами вихлопних та димових газів; значні обсяги викидів в атмосферу парникових газів – діоксиду вуглецю, метану та ін. Біомаса є відновлюваним, екологічно чистим паливом за умови екологічно раціонального виробництва та використання. Оскільки біомаса є CO<sub>2</sub>-нейтральним паливом, то її використання не призводить до підсилення глобального парникового ефекту. Сьогодні біомаса за значенням посідає четверте місце серед палив і забезпечує близько 2 млрд. т у. п. на рік, або 14% загального споживання первинних енергоносіїв у світі. Виробництво енергії з відновлюваних джерел, включаючи біомасу, динамічно розвивається в більшості європейських країн [1].

У свою чергу, розвиток альтернативних видів палива може посприяти розриву зв'язку між цінами на нафтопродукти і продовольство, тобто вберегти продовольчий ринок від подальшого неконтрольованого подорожчання продуктів харчування з одночасним покращанням екологічної ситуації в селах і містах [2].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Значний внесок у дослідження різних аспектів проблеми використання енергетичного потенціалу біомаси внесли Г.Г. Гелетуґа, Г.А. Голуб,

В.О. Дубровін, Т.А. Железна, М.М. Жовмір, С.О. Кудря та ін. Проблеми формування та функціонування ресурсозберігаючих систем, розвитку біоенергетики та відновлюваних джерел енергії, економії енергоресурсів в аграрному секторі присвячено роботи таких вчених, як: Г.М. Забарний, О.К. Медведовський, О.Г. Макарчук, В.К. Савчук, Ю.О. Тараріко, М.М. Чернобай, О.М. Шпичак та ін.

**Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми.** Незважаючи на значну увагу, що приділяється проблемам формування, розвитку, обґрунтування, використання біоенергетичного потенціалу аграрного виробництва, вони досліджені недостатньо. Потребує подальшого розвитку детальна оцінка біоенергетичного потенціалу окремих регіонів з урахуванням їх природно-кліматичних умов та наявності природних ресурсів. Невизначеною є оцінка вкладу регіонів у сукупний біоенергетичний потенціал країни. Розвиток біоенергетичного потенціалу є вагомим передумовою запровадження можливостей у активізації процесу збереження навколишнього середовища, розвитку галузі у біоекономічній площині.

**Мета статті** полягає в обґрунтуванні передумов у розвитку біоенергетичного потенціалу на основі проведення оцінки потенціалу біомаси з позицій використання її у якості альтернативного біопалива, виявленні пріоритетів розвитку аграрного сектора у біоекономічній площині.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Використання біологічних ресурсів для вироб-

ництва високотехнологічної продукції, у тому числі для створення різних видів біопалива, несе в собі значний потенціал ресурсозбереження. Так, відповідно до «Енергетичної стратегії України на період до 2030 р.», технічно досяжний річний енергетичний потенціал нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії України у перерахунку на умовне паливо становить 79 млн. т у. п., із яких економічно досяжний – 57,7 млн. т у. п. [3].

В Україні наявним є значний потенціал біомаси, яка може бути використана для виробництва енергії. Основними складовими потенціалу є первинні сільськогосподарські відходи (солома, відходи виробництва кукурудзи на зерно і соняшника) та енергетичні культури, вирощування яких у промислових масштабах активно розвивається у країнах Європейського Союзу. Загалом економічний потенціал відходів сільськогосподарства складає 12,2 млн. т у. п./рік, енергетичних культур – 10 млн. т у. п./рік [4]. Складові енергетичного потенціалу біомаси сільськогосподарського виробництва та напрямки переробки представлено на рис. 1.

Відходи поділяються на первинні, тобто ті, що утворюються безпосередньо при збиранні врожаю сільськогосподарських культур (солома зернових та інших культур, стебла стрижні, кошики соняшника, відходи виробництва кукурудзи). Вторинні відходи – це лушпиння соняшника, лушпайка гречки, рису, жом цукрового буряку і т. п. Частина відходів та залишків використовується на потреби галузі (органічне



Рис. 1. Складові енергетичного потенціалу біомаси та основні напрями її переробки  
Джерело: сформовано автором з використанням [4; 5]

добриво, підстилка та корм скоту), частина – іншими секторами економіки, а решта біомаси залишається незадіяною і часто утилізується (спалюється у полі, вивозиться на звалище) без принесення користі. Значну частину біомаси, що не використовується, видається доцільним залучити до виробництва енергії. При цьому важливим є питання, яку саме частку відходів та залишків сільського господарства можна використовувати на енергетичні потреби без заподіяння негативного впливу на родючість ґрунтів [6].

Отже, використання біомаси сільськогосподарського виробництва в якості джерел енергії є перспективним напрямком розвитку аграрного сектора. При цьому для біопаливної промисловості, як ресурсозалежної галузі, першорядне значення має природно-ресурсний потенціал регіону, в якому планується виробляти продукцію. Величина цього потенціалу складається з суми потенціалів окремих видів природних ресурсів (земельних, водних, лісових, мінерально-сировинних та ін.).

Виявлено, що Миколаївська область володіє значним природно-ресурсним потенціалом, зокрема земельними ресурсами. Оцінка енергетичного потенціалу біомаси сільськогосподарського виробництва проведена з використанням методики узагальненої оцінки технічно-досяжного енергетичного потенціалу біомаси [7] та на основі рекомендацій [8]. Проведено розрахунок енергетичного потенціалу біомаси сільського господарства Миколаївської області, яка є сировиною для виробництва газоподібного, рідкого та твердого біопалива за такими припущеннями: відходи тваринництва (гній свійських тварин та послід птиці) – для виробництва біогазу; вторинні відходи цукрових буряків (меяса) та кукурудза (зерно) – для біоетанолу; зерно ріпаку – для біодизелю; солома зернових, технічних і круп'яних культур – для твердого палива; лушпиння соняшника – для твердого палива; деревні відходи – для твердого палива; енергетичні культури – для твердого палива.

Достовірна оцінка енергетичного потенціалу біомаси виконується на основі розрахунку трьох видів потенціалу – теоретично можливого (теоретичний), технічно доступного (технічний) та економічно доцільного (економічний). Теоретичний – загальний максимальний об'єм біомаси, яка теоретично може бути використана для виробництва енергії. У випадку відходів та залишків теоретичний потенціал дорівнює максимальному обсягу утворених відходів та залишків (наприклад, соломи). Технічний – частка теоретичного потенціалу, фізично доступна на сучасному рівні розвитку техніки та технологій (наприклад, об'єм соломи, яка може бути фактично зібрана). Економічний – частка технічного потенціалу, що задовольняє критеріям економічної доцільності та враховує інших споживачів даного виду біомаси. Технічний потенціал розраховується з теоретичного з

використанням коефіцієнта технічної доступності, який визначає частку рослинних залишків, відходів та інших видів біомаси, яка може бути фактично зібрана (тобто є доступною) для подальшої обробки/використання. Економічний потенціал розраховується з технічного із застосуванням коефіцієнта енергетичного використання, який визначає частку рослинних залишків, відходів та інших видів біомаси, яка може бути використана для виробництва енергії [10].

Оцінка енергетичного потенціалу біомаси сільськогосподарських рослин та їх первинних та вторинних відходів проведена з використанням статистичних даних про валовий збір культур в Миколаївській області. Для визначення теплоти згоряння різних видів палива (метану, біоетанолу, біодизеля, соломи та деревних залишків) використовувалася інформація робіт [11; 12]. Для переводу отриманих натуральних показників в умовне паливо використовувалося значення теплоти згоряння умовного палива, яке дорівнює 29,3 МДж/кг (7000 ккал/кг). Розрахунок енергетичного потенціалу соломи зернових, технічних і круп'яних культур виконаний для найбільш розповсюджених видів культур, які вирощуються в Миколаївській області: пшениця, жито, ячмінь, овес, просо, кукурудза (стебла), соя, соняшник (стебла), гречка, горох, а також ріпак (солома).

Відходи деревної біомаси сільського господарства нами були визначені як кількість відходів, що залишаються після обрізання плодкових дерев та виноградної лози, за рекомендаціями [13]. При цьому враховувалася площа насаджень у плодоносному віці та можлива кількість отриманих деревних відходів з урахуванням коефіцієнту відходів.

Особливий інтерес представляє дослідження потенціалу біомаси енергетичних культур, серед яких найпоширенішими є: багаторічна трав'яниста культура міскантус та деревні рослини – верба, тополя, вільха, акація. Зазначені енергетичні культури відрізняються невибагливістю до вирощування та можливістю отримання значних врожаїв (в середньому 9,8 т сухої маси на 1 га за рік). За відносно короткий часовий період вони можуть давати великі прирости біомаси. В перерахунку на еквівалент енергії витрати на вирощування таких культур значно менші, ніж вартість енергоносіїв, отриманих від традиційних джерел. Використання рослинної біомаси за умови її безперервного відновлення (наприклад, нові лісові насадження після вирубування лісу) не призводить до збільшення концентрації CO<sub>2</sub> в атмосфері [14].

Для вирощування енергетичних культур може бути використана вільна площа ріллі, яка розраховується як різниця між площею ріллі та загальною посівною площею з урахуванням площі чистих парів. Площа земель, на яких можливо вирощувати енергетичні культури, становить 30% від вільної площі ріллі. Врожай-

ність та нижча теплота згоряння біомаси енергетичних культур приймається як середньоарифметична врожайності та нижчої теплоти згоряння перелічених енергетичних культур. У таблиці 1 представлено розрахунок потенційної площі сільськогосподарських угідь, придатних для вирощування енергетичних культур у Миколаївській області.

Потенційна площа для вирощування енергетичних культур змінюється за роками і залежить від розмірів площ, зайнятих під посівами сільськогосподарських культур та площі вільних парів. Станом на початок 2015 р. площа, придатна для вирощування енергетичних культур, складає майже 29,0 тис. га, що у середньому може забезпечити врожайність рослин на рівні 280,5 тис. т сухої маси на 1 га за рік, або у переводі на умовне пальне – 174,2 тис. т у. п.

Загальна оцінка енергетичного потенціалу біомаси продуктів переробки, відходів та енергетичних культур сільського господарства Миколаївської області представлена у таблиці 2.

За результатами аналізу зведених показників енергетичного потенціалу біомаси сільськогосподарського виробництва визначено середній показник теоретичного потенціалу, який складає 2 344,3 тис. т у. п., технічний потенціал оцінюється у 1 940,5 тис. т у. п., економічний потенціал становить 708,5 тис. т у. п.

Різниця у значеннях теоретичного, технічного і економічного потенціалу залежить від коефіцієнтів технічної доступності та коефіцієнтів енергетичного використання, значення яких застосовувалися окремо для кожного виду біомаси та кожного виду сільськогосподарських культур.

За питомою вагою у загальному енергетичному потенціалі біомаси найвищий показник має солома зернових, технічних і круп'яних культур – 63%, що складає у середньому 436,6 тис. т у. п. (рис. 2). На другому місці знаходяться енергетичні культури – 23%.

Найнижчу питому вагу у загальному енергетичному потенціалі має біомаса для виробництва біоетанолу (1%) – це вторинні відходи цукрових буряків (меляса) та зерно кукурудзи. Така ситуація склалась за рахунок того що, останні роки у Миколаївській області значно знизилися посівні площі і, відповідно, врожай цукрових буряків. Також у розрахунках було прийнято, що для переробки у біоетанол використовується лише 10% валового збору кукурудзи на зерно. Інші 90% валового збору зерна кукурудзи, згідно з інформацією Міністерства аграрної політики та продовольства України, використовуються в якості кормів (виготовлення комбікорму) та експортуються [16].

Таблиця 1

Розрахунок потенційної площі сільськогосподарських угідь, придатних для вирощування енергетичних культур в Миколаївській області, за 2012–2014 рр., тис. га

Показник	2012 р.	2013 р.	2014 р.
Площа ріллі	1698,86	1698,98	1699,2
Загальна посівна площа	1484,8	1565,1	1563,7
Площа чистих парів	88,9	46	40,1
Вільна площа ріллі	125,16	87,88	95,4
Потенційна площа для вирощування енергетичних культур (30 % від вільної площі ріллі)	37,548	26,364	28,62

Джерело: розраховано автором з використанням [15]

Таблиця 2

Енергетичний потенціал біомаси сільськогосподарського виробництва Миколаївської області в динаміці, тис. т у. п.

Вид біомаси	Теоретичний потенціал			Технічний потенціал			Економічний потенціал		
	2012 р.	2013 р.	2014 р.	2012 р.	2013 р.	2014 р.	2012 р.	2013 р.	2014 р.
Гній свійських тварин та послід птиці (біогаз)	19,5	21,4	14,7	18,2	19,92	13,7	5,45	6,0	4,1
Цукрові буряки і кукурудза на зерно (біоетанол)	12	22,8	15,2	12	22,8	15,2	3,95	7,7	4,9
Ріпак (зерно) (біодизель)	6	39,2	37,1	6	39,2	37,1	6	39,2	37,1
Солома зернових, технічних і круп'яних культур (у тому числі солома ріпаку)	1311,7	2444,6	2270,5	1047,9	1945,7	1807,0	269,92	538,7	501,24
Лушпиння соняшника	56,71	77,0	59,57	39,7	53,9	41,7	39,7	53,9	41,7
Деревні відходи	20,4	20,5	20,6	18,4	18,5	186	16,5	16,6	16,7
Енергетичні культури	228,6	160,5	174,2	194,3	136,4	148,07	194,3	136,5	148,1
<b>ВСЬОГО:</b>	<b>1654,9</b>	<b>2786,0</b>	<b>2591,8</b>	<b>1336,4</b>	<b>2236,5</b>	<b>2248,7</b>	<b>535,8</b>	<b>798,5</b>	<b>791,3</b>

Джерело: розраховано автором з використанням [15]

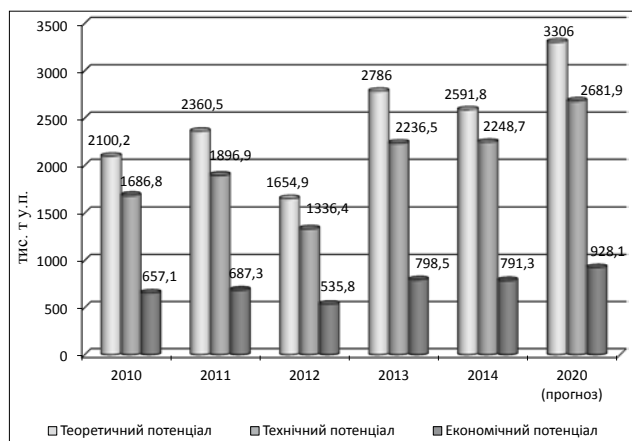
Біомаса відходів тваринництва теж має дуже низький показник – 1% від загального економічного потенціалу.



**Рис. 2.** Питова вага економічного потенціалу біомаси у сільському господарстві Миколаївської області, середнє значення за 2010–2014 рр.

Джерело: розраховано автором з використання [15]

Динаміка сукупного енергетичного потенціалу біомаси сільськогосподарського виробництва Миколаївської області представлена на рис. 3. Виявлено, що просліджується тенденція до збільшення енергетичного потенціалу. У 2014 р. економічний потенціал біомаси склав 791,3 тис. т. у. п., що на 20% більше, ніж у 2010 р. (657,1 тис. т у. п.). За підрахунками питома частка енергетичного потенціалу біомаси сільського господарства Миколаївської області у загальному обсязі біоенергетичного потенціалу України складає 3%.



**Рис. 3.** Динаміка енергетичного потенціалу біомаси сільськогосподарського виробництва Миколаївської області

Джерело: розраховано автором з використання [15]

За результатами оцінки розраховані прогнозні значення теоретичного, технічного та

економічного енергетичного потенціалу біомаси на перспективу до 2020 р. з урахуванням тенденцій, які характерні для розвитку аграрного сектора. Сільське господарство Миколаївської області володіє значним потенціалом високопродуктивних земельних ресурсів і має тенденцію до підвищення врожайності основних сільськогосподарських культур і доведення їх до європейського рівня. У прогнозних розрахунках закладено підвищення врожайності зернових, круп'яних та технічних культур у 1,25 рази. Осима пшениця, ячмінь, кукурудза та соняшник мають найбільші посівні площі в області, і урожайність саме цих культур має стійку тенденцію до збільшення, тому за рахунок оптимізації технології вирощування та за рахунок оснащення технічної бази сучасною технікою можна отримати ще більші врожаї. При збільшенні врожаїв зазначених культур, відповідно, буде відбуватися збільшення обсягів відходів (соломи), які можна використовувати як біопаливо. Обсяг виробництва деревних відходів, за нашими прогнозами, залишиться на такому ж рівні, оскільки останні роки в області не відбувається збільшення площ насаджень садів та виноградників. Що стосується енергетичних культур, то у зв'язку з їх активним просуванням на європейському ринку як джерела біопалива, сподіваємося, що у найближчому майбутньому з'являться на вільних сільськогосподарських угіддях Миколаївської області реальні плантації цих рослин. За прогнозними розрахунками, економічний потенціал біомаси сільськогосподарського виробництва збільшиться у період до 2020 р. на 17% порівняно із 2014 р.

**Висновки.** Біоекономічний підхід ґрунтується на забезпеченні оптимального поєднання розвитку аграрного сектора зі збереженням і відновленням якісних компонентів природних ресурсів за видами. Саме тому одним із практичних напрямів запровадження заходів зі збереження природних ресурсів є розвиток альтернативної енергетики. Щороку нарощуються темпи використання біомаси енергетичних культур та відходів сільськогосподарського виробництва в якості біопалива. Еколого-економічні переваги при використанні альтернативного палива з органічної сировини визначаються за такими напрямками: економічно доцільне та раціональне використання рослинних відходів; створення екологічно чистого, безвідходного сільськогосподарського виробництва; зниження собівартості сільськогосподарської продукції; економія коштів, що виділяються на використання паливно-енергетичних ресурсів; розвиток малого бізнесу та створення нових робочих місць на селі.

Важливою умовою формування біоенергетичного потенціалу є державна підтримка, затвердження законодавчих норм і програм державного та регіонального рівнів щодо розвитку і застосування новітніх біотехнологій у виробництві аграрного сектора. Метою цих

програм повинна стати розробка і впровадження заходів, направлених на забезпечення продовольчої та енергетичної безпеки держави. Використання біоенергетичного потенціалу у якості альтернативних видів пального сприяє раціональному використанню та збереженню природних ресурсів (земельних, паливно-енергетичних, водних), відновленню екологічної рівноваги і підвищенню екологічної безпеки. Запровадження у виробництво альтернативних видів пального із сільськогосподарської сировини є складовою реалізації комплексу заходів у розвитку аграрного сектора у біоекономічній площині.

#### БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. План дій по біомасі України [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [www.esco-ee.com.ua/img/BAP\\_UKR.pdf](http://www.esco-ee.com.ua/img/BAP_UKR.pdf).
2. Альтернативне паливо для села [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [http://vgolos.com.ua/articles/alternatyvne\\_palyvo\\_dlya\\_sela\\_107311.html?print](http://vgolos.com.ua/articles/alternatyvne_palyvo_dlya_sela_107311.html?print).
3. Енергетична стратегія України на період до 2010 р. : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 р. № 1071 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/n0002120-13/paran3#n3>.
4. Підготовка та впровадження проектів заміщення природного газу біомасою при виробництві теплової енергії в Україні : [практичний посібник] / За ред. Г. Гелетука. – К. : Поліграф плюс, 2015. – 72 с.
5. Макарчук О.Г. Біоенергетичний потенціал сільськогосподарського виробництва: економічний вимір, прогноз використання : [монографія] / О.Г. Макарчук, В.К. Савчук. – К. : Аграр Медіа Груп, 2011. – 177 с.
6. Гелетука Г.Г. Перспективи використання відходів сільськогосподарства для виробництва енергії в Україні. Аналітична записка БАУ № 7 / Г.Г. Гелетука, Т.А. Железна [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [www.uabio.org/activity/uabio-analytics](http://www.uabio.org/activity/uabio-analytics).
7. Дубровін В.О. Методика узагальненого технічно-досяжного енергетичного потенціалу біомаси / В.А. Дубровін, Г.А. Голуб, С.В. Драгнев [та ін.]. – К. : Віола-принт, 2013. – 25 с.
8. Енергетичний потенціал Міргородського району та оцінка наявних методик розрахунку. Звіт. – К. : Інститут місцевого розвитку [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://myrgorod.pl.ua/files/images/Madem/2.pdf>.
9. Гелетука Г.Г. Оцінка енергетичного потенціалу біомаси в Україні. Частина 1. Відходи сільськогосподарства та деревна маса / Г.Г. Гелетука, Т.А. Железна, М.М. Жовмір [та ін.] // Промислова теплотехніка. – 2010. – Т. 32. – № 6. – С. 58–65.
10. Железна Т.А. Оцінка енергетичного потенціалу біомаси в Україні / Т.А. Железна [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [https://greenexpo.kiev.ua/doc/conference/Potencial\\_biomasy\\_Zheleznaya.ppt](https://greenexpo.kiev.ua/doc/conference/Potencial_biomasy_Zheleznaya.ppt).
11. Забарний Г.М. Термодинамічна ефективність та ресурси рідкого моторного біопалива України / Г.М. Забарний [та ін.]. – Київ : ІВЕ НАН України, 2006. – 226 с.
12. Блюм Я.Б. Біологічні ресурси і технології виробництва біопалива / Я.Б. Блюм, Г.Г. Гелетука, І.П. Григорюк [та ін.]. – Київ : Аграр медіа груп, 2010. – 403 с.
13. Мороз Р.В. Оцінка біоенергетичного потенціалу рослинних відходів та енергетичних культур у сільському господарстві херсонської області / Р.В. Мороз, Є.М. Федорчук // Науковий вісник Херсонського державного університету. – 2015. – Вип. 10. – Ч. 3. – С. 11–117.
14. Хіврич О. Енергетичні рослини як сировина для біопалива / О. Хіврич [та ін.] // Пропозиція. – 2011. – № 6. – С. 68–73.
15. Сільське господарство Миколаївщини. Статистичний збірник. – Миколаїв : Головне управління статистики в Миколаївській області, 2015. – 310 с.
16. Хомічак Л.В. Перспектива виробництва та використання паливного біоетанолу / Л.В. Хомічак, Н.О. Маслова // Матеріали XIII міжнародної конференції «Відновлювана енергетика XXI століття». – Крим, 2012 – С. 536–538.