

# ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА АЛЬТЕРНАТИВНА ЕНЕРГЕТИКА

УДК 620.92

10.31473/2305-5987-2020-2-27(41)-24

## АНАЛІЗ НАПРЯМКІВ ТА ПЕРСПЕКТИВ ВИКОРИСТАННЯ АГРОБІОМАСИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ЕНЕРГІЇ В УКРАЇНІ

Желєзна Т., канд. техн. наук,

e-mail: zhelyezna@uabio.org, <https://orcid.org/0000-0002-9607-3022>

Інститут технічної теплофізики НАН України

### Анотація

**Метою** дослідження є оцінка поточного та перспективного енергетичного потенціалу агробіомаси (сільськогосподарських залишків і енергетичних рослин) в Україні, визначення його основних складових та найбільш ефективних напрямків їх використання.

**Методи.** Оцінювання поточного енергетичного потенціалу агробіомаси виконується з використанням офіційних статистичних даних щодо виробництва сільськогосподарських культур в Україні. Виходячи з цих даних, визначається загальний обсяг утворених пожнивних решток і їхня частка, доступна для потреб енергетики. Оцінюючи потенціал енергетичних рослин, приймається, що вони вирощуються на 2 млн га незадіяних сільськогосподарських земель, загальна площа яких складає до 4 млн га в Україні. Дослідження перспективного потенціалу біомаси виконується для 2050 року, ґрунтуючись на основних факторах росту таких як підвищення врожайності сільськогосподарських культур, насамперед, зернових, подвоєння площ під енергорослинами, ріст їхньої врожайності та ін.

**Результати** оцінювання показують, що за даними 2018 року загальний енергетичний потенціал біомаси в Україні становить більше 23 млн т н.е. (економічний потенціал). Його найбільшими складовими є сільськогосподарські залишки (44 %) і енергетичні рослини (32 %). Експертні оцінки свідчать про те, що до 2050 р. потенціал біомаси може зрости до більше 47,5 млн т н.е./рік, тобто практично подвоїтися. Прогнозування структури і напрямків використання потенціалу біомаси до 2050 року показує, що для енергетичних потреб буде залучено близько 20 млн т н.е. біомаси/біопалив таких видів: деревна біомаса, первинні та вторинні сільськогосподарські залишки, енергетичні рослини, біогаз/біометан із різних видів сировини, рідкі біопалива (біодизель, біоетанол).

**Висновки.** Напрямки використання біомаси/біопалив включають виробництво теплової та електричної енергії з твердих біопалив, біогазу і біометану, а також отримання моторних біопалив (біометану, біодизелю, біоетанолу). Вбачається за необхідне найближчим часом розробити довгострокову стратегію розвитку біоенергетики в Україні з урахуванням результатів виконаного дослідження. Зі свого боку, базові показники стратегії розвитку біоенергетики можуть бути використані у підготовці оновленої Енергетичної стратегії України до 2050 року.

**Ключові слова:** біомаса, агробіомаса, біопаливо, потенціал біомаси, сільськогосподарські залишки, пожнивні рештки, енергетичні рослини.

**Вступ.** Питанням декарбонізації економіки та енергетики, заміщення викопних палив відновлюваними джерелами енергії (ВДЕ), а також скорочення викидів парникових газів зараз приділяється велика увага у всьому світі. Важливо, що ці питання починають розглядатися комплексно, враховуючи загальні проблеми сталого розвитку. Наприклад, у грудні 2019 року Європейською Комісією була

презентована концепція Європейської Зеленої Угоди (European Green Deal) [Adler D. et al, 2019]. Європейська Зелена Угода – це дорожня карта досягнення сталості економіки ЄС, зокрема скорочення до нуля викидів парникових газів до 2050 року, а також роз'єднання економічного росту і обсягу споживання ресурсів [Siddi M., 2020]. Європейський «зелений» новий курс – комплекс заходів, який ви-

значає політику ЄС на найближчі роки у таких сферах як клімат, енергетика, біорізноманіття, промислова політика, торгівля тощо. Основна мета цього курсу – сталий «зелений» перехід Європи до кліматично-нейтрального континенту до 2050 року [Андрусевич А. та ін., 2020].

У січні 2020 року Міністерство енергетики та захисту довкілля України представило проект Концепції «зеленого» енергетичного переходу України до 2050 року (Ukraine Green Deal). Документ було розроблено з урахуванням цілей та завдань Європейської Зеленої Угоди. Концепція спрямована на досягнення кліматично нейтральної економіки країни до 2070 року. Серед основних напрямків декарбонізації економіки, включаючи енергетику як її важливу складову, визначені, зокрема такі: збільшення сталого виробництва біомаси, біопалива та інших ВДЕ для підтримки реалізації «зеленого» переходу в інших секторах економіки; орієнтація нових ТЕЦ для централізованого опалення передусім на використання біомаси та біогазу; інтенсифікація широкомасштабного використання ВДЕ (біопалива та відходів, електричної та теплової енергії з ВДЕ) у промислових процесах для заміщення вуглецеємних ресурсів [Гелетуша Г.Г. та ін., 2020].

Отже, як у ЄС, так і в Україні біоенергетиці відводиться важлива роль у досягненні цілей з декарбонізації економіки та енергетики, заміщення викопних палив, скорочення викидів парникових газів, розвитку економіки замкнутого циклу та інших цілей сталого розвитку.

**Постановка завдань.** У світлі проекту Концепції «зеленого» енергетичного переходу України до 2050 року, «Векторів економічного розвитку до 2030 року» (з окремим розділом «Енергетика»), презентованих Урядом України у листопаді 2020 р., чинних національних стратегічних документів в сфері енергетики і довкілля, а також зобов'язань України зі скорочення парникових газів у рамках Паризької кліматичної угоди 2015 року, необхідно визначити роль біоенергетики у досягненні

прийнятих цілей і виконання взятих зобов'язань. Потенціальний внесок біоенергетики визначається, насамперед, її наявними ресурсами і можливістю залучити їх для потреб енергетики. Також важливим є питання динаміки зміни цих ресурсів у довгостроковій перспективі, оскільки багато стратегічних документів ставлять горизонтом планування 2050 рік і навіть далі. Відомо, що Україна має значні ресурси біомаси аграрного походження. Отже, завданням роботи є оцінка поточного та перспективного енергетичного потенціалу агробіомаси (сільськогосподарських залишків і енергетичних рослин) в Україні, визначення його основних складових та найбільш ефективних напрямків їх використання.

**Методи і матеріали.** Оцінка поточного енергетичного потенціалу агробіомаси в Україні виконується з використанням статистичних даних Державної служби статистики України щодо виробництва сільськогосподарських культур. Із застосуванням певних коефіцієнтів та методик отримується обсяг побічних продуктів і відходів, які утворюються під час збирання та переробки врожаю цих культур [Papilo P. et al, 2020; Avcioglu A.O. et al, 2019; Scarlat N. et al, 2010]. Також застосовуються експертні підходи щодо визначення економічного потенціалу агробіомаси як відсотка від теоретичного, який є різним для різних видів сільськогосподарських залишків: для соломи зернових культур і ріпаку – 30 %, для побічних продуктів виробництва кукурудзи на зерно і соняшника – 40 %, для лушпиння соняшника (вторинний сільськогосподарський залишок) – 100 % [Гелетуша Г. Г. та ін., 2014; Brosowski A. et al, 2016]. Оцінюючи потенціал енергетичних рослин приймається, що вони вирощуються на 1 млн га незадіяних сільськогосподарських земель, загальна площа яких складає до 3-4 млн га в Україні [Трибой О.В. та ін., 2019].

Дослідження перспективного потенціалу біомаси виконується для 2050 року, ґрунтуючись на таких основних факторах його росту:

- підвищення врожайності сільсько-

господарських культур, насамперед, зернових. Аналіз поточного стану та наявних тенденцій у сільському господарстві України, а також даних щодо врожайності зернових культур в Україні та країнах ЄС (статистичні дані FAOSTAT) показує, що, наприклад, врожайність пшениці в Україні до 2050 року може зрости у 1,5 разів, кукурудзи – у 1,4 рази.

- подвоєння площ під енергорослинами та ріст їхньої врожайності. Прийнято, що площі під енергорослинами у 2050 році складуть 2 млн га для верби, тополі, міскантусу і ще 2 млн га – для кукурудзи на біогаз.

- суттєве збільшення економічного потенціалу біогазу з різних видів сировини завдяки таким чинникам як розширення сировинної бази через включення пожнивних решток; ріст виробництва основної продукції різними галузями промисловості; укрупнення тваринницьких підприємств; перехід від захоронення твердих побутових відходів (ТПВ) до використання технології механіко-біологічної обробки.

- ріст частки рубки річного приросту деревини в лісах. Аналіз поточного стану та наявних тенденцій у лісовому господарстві України, а також даних щодо рівня рубки річного приросту деревини в Україні та країнах ЄС [Calderon C. et al, 2019] показує, що цей показник в Україні може бути збільшений в 1,4 раза (з ~51 % до ~71 %).

- перехід на моторні біопалива II покоління і нові види сировини для моторних біопалив I покоління. Оцінка потенціалу рідких біопалив за даними 2018 року базується на виробництві біодизелю I покоління (з насіння ріпаку) і біоетанолу I покоління (з зерна кукурудзи і меляси цукрового буряку). Прогнозуючи потенціалу рідких біопалив у 2050 році, враховується виробництво біопалив II покоління (з лігноцелюлозної сировини) [Romaniuk W. et al, 2018], а також використання нових видів сировини (наприклад, відходів харчової рослинної олії, тваринних жирів) для отримання біопалив I покоління.

Обмеженням методики оцінки енергетичного потенціалу агробіомаси є те, що використані підходи переходу від теоретичного потенціалу до економічного можуть застосовуватися лише для України загалом. Переходячи на рівень області, району і нижч, необхідно застосовувати точніші методики. Те ж саме стосується оцінки потенціалу енергетичних рослин.

Прогнозування обсягу і структури використання біопалив до 2050 року виконано для сценарію досягнення близько 60 % відновлюваних джерел енергії в енергобалансі України.

**Результати.** За даними 2018 року, енергетичний потенціал біомаси в Україні становить більше 23 млн т н.е. (економічний потенціал). Його найбільшими складовими є сільськогосподарські залишки (44 % загального обсягу) та енергетичні рослини (32 %) (табл. 1). Серед сільськогосподарських залишків найбільша частка припадає на соломку зернових культур (33 %) та побічні продукти виробництва кукурудзи на зерно (35 %). Експертні оцінки показують, що до 2050 р. потенціал біомаси може зрости до більше 47,5 млн т н.е./рік, тобто практично подвоїтися (табл. 2).

Прогнозування структури і напрямків використання потенціалу біомаси до 2050 року свідчить про те, що для енергетичних потреб буде залучено близько 20 млн т н.е. біомаси/біопалив таких видів: деревна біомаса, первинні та вторинні сільськогосподарські залишки, енергетичні рослини, біогаз/біометан з різних видів сировини, рідкі біопалива (біодизель, біоетанол).

Напрямки використання біомаси/біопалив включають виробництво теплової та електричної енергії з твердих біопалив, біогазу і біометану, а також отримання моторних біопалив (біометану, біодизелю, біоетанолу).

Запропонована структура виробництва і споживання біопалив враховує і відображає ключові тенденції, які за прогнозами експертів матимуть місце у секторі біоенергетики України у період 2020-2050 років:

- збільшення частки агробіомаси у

Таблиця 1 – Енергетичний потенціал біомаси в Україні (2018 р.).

Вид біомаси	Теоретичний потенціал, млн т	Потенціал, доступний для енергетики (економічний)	
		Частка теор. потенціалу, %	млн т н.е.
Солома зернових культур	32,8	30	3,36
Солома ріпака	4,9	40	0,68
Побічні продукти виробництва кукурудзи на зерно (стебла, стрижні)	46,5	40	3,56
Побічні продукти виробництва соняшника (стебла, корзинки)	26,9	40	1,54
Вторинні сільськогосподарські залишки (лушпиння соняшника)	2,4	100	1,00
Деревна біомаса (паливна деревина, порубкові залишки, відходи деревообробки)	8,8	96	2,06
Деревна біомаса (сухостій, деревина із захисних лісосмуг, відходи ОВБСН*)	8,8	45	1,02
Біодизель (з ріпака)	-	-	0,39
Біоетанол (з кукурудзи і цукрового буряка)	-	-	0,82
Біогаз з відходів та побічної продукції АПК	2,8 млрд м <sup>3</sup> CH <sub>4</sub>	42	0,99
Біогаз з ТПВ	0,6 млрд м <sup>3</sup> CH <sub>4</sub>	29	0,14
Біогаз зі стічних вод (промислових та комунальних)	0,4 млрд м <sup>3</sup> CH <sub>4</sub>	28	0,09
Енергетичні рослини:			
- верба, тополя, міскантус**;	11,5	100	4,88
- кукурудза (на біогаз)**.	3,0 млрд м <sup>3</sup> CH <sub>4</sub>	100	2,57
Всього	-	-	23,10

\* ОВБСН – обрізка та викорчовування багаторічних с/г насаджень.  
 \*\* За умови вирощування на 1 млн га незадіяних сільськогосподарських земель.

структурі споживання твердих біопалив до, відповідно, 60 % та 20 % загального обсягу у 2050 р.;

- мінімальний ріст обсягу використання деревних біопалив – у 1,2 раза у 2050 р. (проти 8 разів для сільськогосподарських залишків протягом 2020-2050 років);

- значне збільшення обсягів виробництва біогазу/біометану і рідких біопалив – до 4,7 млн т н.е./рік та 0,85 млн т н.е./рік, відповідно, у 2050 р.;

- започаткування та ріст виробництва біометану і моторних біопалив II покоління – до, відповідно, 2,4 млн т н.е./рік та 0,43 млн т н.е./рік у 2050 році;

Відомо, що в Україні більше половини кінцевого споживання енергії припадає на теплову енергію. З урахуванням цього, прогнозується, що у 2050 році близько половини загального обсягу споживання бі-

опалив припадатиме на тверді біопалива, які використовуються для виробництва теплової енергії (11,7 млн т н.е.). Решта у відносно зіставних пропорціях розділятиметься між твердими біопаливами для виробництва електроенергії (3,0 млн т н.е.), біогазом (2,36 млн т н.е.) і біометаном (2,36 млн т н.е.). Найменша частка загального обсягу споживання біопалив у 2050 р. відповідає рідким біопаливам (0,85 млн т н.е.); з них біопалива II покоління (виробництва яких в Україні дотепер ще не було) складають 0,43 млн т н.е.

**Обговорення.** Результати оцінки потенціалу біомаси і прогнозу рівня та структури споживання біопалив в Україні до 2050 року показують, що поточного і перспективного потенціалу цілком достатньо для задоволення потреб країни у біопаливах на запланованому і навіть більшому рів-

Таблиця 2 – Прогноз енергетичного потенціалу біомаси в Україні у 2050 році.

Вид біомаси	Теоретичний потенціал, млн т	Потенціал, доступний для енергетики (економічний)	
		Частка теор. потенціалу, %	млн т н.е.
Солома зернових культур*	49,2	30	5,04
Солома ріпака	4,9	40	0,68
Побічні продукти виробництва кукурудзи на зерно (стебла, стрижні)*	58,1	40	4,45
Побічні продукти виробництва соняшника (стебла, корзинки)	26,9	40	1,54
Вторинні сільськогосподарські залишки (лушпиння соняшника)	2,4	100	1,00
Деревна біомаса (паливна деревина, порубкові залишки, відходи деревообробки)*	12,3	96	2,88
Деревна біомаса (сухостій, деревина із захисних лісосмуг, відходи ОВБСН)	8,8	45	1,02
Біодизель (I і II покоління)*	-	-	1,10
Біоетанол (I і II покоління)*	-	-	2,33
Біогаз з відходів та побічної продукції АПК*	8,4 млрд м <sup>3</sup> CH <sub>4</sub>	83	5,92
Біогаз з ТПВ*	0,7 млрд м <sup>3</sup> CH <sub>4</sub>	70	0,42
Біогаз зі стічних вод (промислових та комунальних)*	0,4 млрд м <sup>3</sup> CH <sub>4</sub>	31	0,11
Енергетичні рослини*:			
- верба, тополя, міскантус**;	34,5	100	14,65
- кукурудза (на біогаз)**.	7,5 млрд м <sup>3</sup> CH <sub>4</sub>	100	6,43
Всього	-	-	47,57

\* Складові потенціалу біомаси, ріст яких очікується до 2050 року. Інші складові, згідно консервативного підходу, залишені на рівні значень потенціалу 2018 року.  
\*\* За умови вирощування на 2 млн га незадіяних сільськогосподарських земель.

ні. Скажімо, передбачений обсяг споживання біопалив у 2050 році, становитиме лише 43 % наявного за прогнозами на той період часу потенціалу біомаси. Сьогоднішній енергетичний потенціал біомаси використовується лише на 10-15 %, причому структура його використання є протилежною структурі самого потенціалу. Найбільш активно для енергетичних потреб зараз утилізується деревна біомаса, хоча її внесок у загальний обсяг потенціалу становить лише 13 %. Натомість, застосування найбільших складових потенціалу біомаси, таких як первинні сільськогосподарські залишки (40 %) та енергетичні рослини (32 %), становить до 3 %. Прогнозується, що до 2050 року ситуація кардинальним чином зміниться – виробництво і використання біопалив в Україні буде ґрунтуватися, здебільшого, на сіль-

ськогосподарських залишках та енергетичних рослинах.

Чинна Енергетична стратегія України покриває період часу лише до 2035 року. Більшість експертів наголошують на тому, що вона має бути оновлена із розширенням горизонту планування, принаймні, до 2050 року. Відновлювана енергетика є важливою складовою енергетичного сектора України, роль якої постійно підвищується. Існує ряд прогнозів розвитку відновлюваної енергетики країни [Кудря С.О., 2015; Майстро С.В., Волошин О.Л., 2015], поступового переходу на 100 % ВДЕ до 2050-2070 років [Дячук О. та ін., 2017]. У всіх сценаріях значна роль відводиться біоенергетиці, без розвитку якої неможливе досягнення коротко- та довгострокових цілей, поставлених для відновлюваної енергетики. Отже, вбачається

за необхідне найближчим часом розробити довгострокову стратегію розвитку біоенергетики в Україні. Така стратегія має враховувати отримані результати щодо оцінки енергетичного потенціалу біомаси, а також щодо прогнозування обсягу, структури та напрямків використання біопалив до 2050 року. Зі свого боку, базові показники стратегії розвитку біоенергетики можуть бути використані у підготовці оновленої Енергетичної стратегії України.

**Висновки.** Запропонована структура виробництва і споживання біопалив відображає ключові тенденції, очікувані у секторі біоенергетики до 2050 року, такі як значне збільшення частки агробіомаси у структурі споживання твердих біопалив; мінімальний ріст обсягу використання деревних біопалив; суттєве збільшення обсягів виробництва біогазу/біометану і рідких біопалив; започаткування та ріст виробництва біометану як моторного палива і рідких моторних біопалив другого покоління. Така структура споживання біопалив повністю відповідатиме структурі енергетичного потенціалу біомаси в Україні і забезпечить його стале використання.

### Перелік літератури

Андрусевич А. та ін. (2020). Європейський зелений курс: можливості та загрози для України. Аналітичний документ, Ресурсно-аналітичний центр «Суспільство і довкілля», Львів, 74.

Гелетука Г.Г., Железна Т.А., Баштовий А.І. (2020). Дорожня карта розвитку біоенергетики України до 2050 року. Теплофізика та теплоенергетика, 42 (2), 60-67. DOI:10.31472/tpe.2.2020.6.

Гелетука Г.Г., Железная Т.А., Трибой А.В. (2014). Перспективы использования отходов сельского хозяйства для производства энергии в Украине. Часть 2. Промышленная теплотехника, 36 (5), 73-80.

Дячук О. та ін. (2017). Перехід України на відновлювану енергетику до 2050 року, ТОВ «АРТ КНИГА», Київ, 88.

Кудря С.О. (2015). Стан та перспекти-

ви розвитку відновлюваної енергетики в Україні. Вісник НАН України, 12, 19-26. DOI:10.15407/vsn2015.12.100.

Майстро С.В., Волошин О.Л. (2015). Концептуальні засади стратегії державного регулювання та перспективи розвитку альтернативної енергетики в Україні. Теорія та практика державного управління, 3 (50), 100-106.

Трибой О.В., Железна Т.А., Крамар В.Г. (2019). Вирощування енергетичних культур для виробництва твердих біопалив та теплової енергії. Енергетичний, екологічний та економічний аспекти. Розділ 4 Колективної монографії «Енергоефективність та енергозбереження: економічний, техніко-технологічний та екологічний аспекти», Полтава: ПП «Астрая», 603.

Adler D. et al (2019). Blueprint for Europe's Just Transition, GNDE, 94.

Avcioğlu A.O. et al (2019). Assessment of the Energy Potential of Agricultural Biomass Residues in Turkey. Renewable Energy, 138, 610-619. DOI:10.1016/j.renene.2019.01.053

Brosowski A. et al (2016). A review of biomass potential and current utilization – Status quo for 93 biogenic wastes and residues in Germany. Biomass and Bioenergy, 95, 257-272.

Calderon C. et al (2019). Report Biomass Supply, Bioenergy Europe, Brussels, 35.

Papilo P. et al (2020). Assessment of agricultural biomass potential to electricity generation in Riau Province. Earth and Environmental Science, 65, 1-13. DOI:10.1088/1755-1315/65/1/012006.

Romaniuk W. et al (2018). Prospects for production and consumption of second generation biofuels in Ukraine. Agricultural Engineering 22 (4), 71-79.

Scarlat N., Martinov M., Dallemand J.F. (2010). Assessment of the availability of agricultural crop residues in the European Union: Potential and limitations for bioenergy use. Waste Management, 30 (10), 1889-1897.

Siddi M. (2020). The European Green Deal. Assessing its current state and future implementation, FIIA Working Paper, 114, 2-14.

## References

- Adler D. et al (2019). Blueprint for Europe's Just Transition, GNDE, 94.
- Andrusevich A. et al (2020). European Green Deal: opportunities and threats for Ukraine. Analytical paper, Recourse and analytical center «Society and environment», Lviv, 74.
- Avcioğlu A.O. et al (2019). Assessment of the Energy Potential of Agricultural Biomass Residues in Turkey. *Renewable Energy*, 138, 610-619. DOI:10.1016/j.renene.2019.01.053
- Brosowski A. et al (2016). A review of biomass potential and current utilization – Status quo for 93 biogenic wastes and residues in Germany. *Biomass and Bioenergy*, 95, 257-272.
- Diachuk O. et al (2017). Ukraine's transition to renewable energy until 2050, «ART BOOK» Ltd., Kyiv, 88.
- Calderon C. et al (2019). Report Biomass Supply, Bioenergy Europe, Brussels, 35.
- Geletukha G.G., Zheliezna T.A., Bashtovyi A.I. (2020). Roadmap for the development of bioenergy in Ukraine until 2050. *Thermophysics and Thermal Power Engineering*, 42 (2), 60-67. DOI:10.31472/ttpe.2.2020.6.
- Geletukha G.G., Zheliezna T.A., Tryboi O.V. (2014). Prospects for using agricultural residues for energy production in Ukraine. Part 2. *Industrial Heat Engineering*, 36 (5), 73-80.
- Kudria S.O. (2015). State and prospects for the development of renewable energy in Ukraine. *Bulletin of Ukraine's National Academy of Sciences*, 12, 19-26. DOI:10.15407/visn2015.12.100.
- Maistro S.V., Voloshyn O.L. (2015). Basic principles for the state regulation strategy and prospects for alternative energy development in Ukraine. *Theory and practice of the state management*, 3 (50), 100-106.
- Papilo P. et al (2020). Assessment of agricultural biomass potential to electricity generation in Riau Province. *Earth and Environmental Science*, 65, 1-13. DOI:10.1088/1755-1315/65/1/012006.
- Romaniuk W. et al (2018). Prospects for production and consumption of second generation biofuels in Ukraine. *Agricultural Engineering* 22 (4), 71-79.
- Tryboi O.V., Zheliezna T.A., Kramar V.G. (2019). Growing energy crops for the production of solid biofuels and heat. Energy, ecology and economy aspects. Chapter 4 of the Collective monograph «Energy efficiency and energy conservation: economic, technical and ecological aspects», Poltava: «Astraiia», 603.
- Scarlat N., Martinov M., Dallemand J.F. (2010). Assessment of the availability of agricultural crop residues in the European Union: Potential and limitations for bioenergy use. *Waste Management*, 30 (10), 1889-1897.
- Siddi M. (2020). The European Green Deal. Assessing its current state and future implementation, FIIA Working Paper, 114, 2-14.

UDC 620.92

## **ANALYSIS OF AREAS AND PROSPECTS FOR THE USE OF AGROBIOMASS FOR ENERGY PRODUCTION IN UKRAINE**

**Zhelyezna T.**, PhD, Senior Scientist, zhelyezna@uabio.org  
e-mail: zhelyezna@uabio.org,  
<https://orcid.org/0000-0002-9607-3022>  
Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine

### **Summary**

**Purpose** of the study is to assess the current and prospective energy potential of agribiomass (agricultural residues and energy crops) in Ukraine, to determine its main components and the most effective areas of their use.

**Methods.** The assessment of the current potential of agribiomass is performed using official statistics on crop production in Ukraine. Based on these data, the total amount of crop residues formed and their share available for energy needs is determined. When assessing the potential of energy crops, it is assumed that they are grown on 2 million hectares of unused agricultural land, the total area of which is up to 4 million hectares in Ukraine. The study of the prospective potential of biomass is performed for 2050, based on key growth factors, such as increasing yield of crops, especially cereals; doubling the area under energy crops and increasing their yields, etc.

**Results** of the assessment show that according to 2018 data, the total bioenergy potential in Ukraine is more than 23 Mtoe (the economic potential). Its largest components are agricultural residues (44%) and energy crops (32%). Expert estimates suggest that by 2050, the biomass potential could increase to more than 47.5 Mtoe/yr, in other words almost to double. Forecasting the structure and directions of use of biomass potential by 2050 shows that about 20 Mtoe of biomass/biofuels of the following types will be consumed for energy: wood biomass, primary and secondary agricultural residues, energy crops, biogas/biomethane from different types of raw materials, liquid biofuels (biodiesel, bioethanol).

**Conclusions.** Areas of use of biomass/biofuels include the production of heat and electricity from solid biofuels, obtaining of biogas and biomethane, as well as the production of motor biofuels (biomethane, biodiesel, bioethanol). In the near future, it is considered necessary to develop a long-term strategy for the development of bioenergy in Ukraine, taking into account results of the study. In turn, the basic figures of the bioenergy development strategy can be used for the elaboration of the updated Energy Strategy of Ukraine until 2050.

**Key words:** biomass, agribiomass, biofuels, biomass potential, agricultural residues, harvest remains, energy crops.



УДК 620.92

## АНАЛИЗ НАПРАВЛЕНИЙ И ПЕРСПЕКТИВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АГРОБИОМАССЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЭНЕРГИИ В УКРАИНЕ

Железная Т., канд. техн. наук,  
e-mail: zhelyezna@uabio.org,  
<https://orcid.org/0000-0002-9607-3022>  
Институт технической теплофизики НАН Украины

### Аннотация

**Целью** исследования является оценка текущего и перспективного энергетического потенциала агробиомассы (сельскохозяйственных остатков и энергетических растений) в Украине, определение его основных составляющих и наиболее эффективных направлений их использования.

**Методы.** Оценка текущего энергетического потенциала агробиомассы выполняется с использованием официальных статистических данных по производству сельскохозяйственных культур в Украине. Исходя из этих данных, определяется общий объем образованных пожнивных остатков и их доля, доступная для нужд энергетики. При оценке потенциала энергетических растений принимается, что они выращиваются на 2 млн га незадействованных сельскохозяйственных земель, общая площадь которых составляет до 4 млн га в Украине. Исследование перспективного потенциала биомассы выполняется для 2050 года, основываясь на основных факторах роста, таких как повышение урожайности сельскохозяйственных культур, в первую очередь, зерновых; удвоение площадей под энергетическими растениями и рост их урожайности и др.

**Результаты** оценки показывают, что по данным 2018 года, общий энергетический потенциал биомассы в Украине составляет более 23 млн т н.э. (экономический потенциал). Его наибольшими составляющими являются сельскохозяйственные остатки (44%) и энергетические растения (32%). Экспертные оценки свидетельствуют о том, что к 2050 г. потенциал биомассы может вырасти до более 47,5 млн т н.э./год, то есть практически удвоиться. Прогнозирование структуры и направлений использования потенциала биомассы в 2050 году показывает, что для энергетических нужд будет потребляться около 20 млн т н.э. биомассы/биотоплива следующих видов: древесная биомасса, первичные и вторичные сельскохозяйственные остатки, энергетические растения, биогаз/биоэтанол из различных видов сырья, жидкие биотоплива (биодизель, биоэтанол).

**Выводы.** Направления использования биомассы/биотоплива включают производство тепловой и электрической энергии из твердых биотоплив, биогаза и биоэтанола, а также получение моторных биотоплив (биоэтанола, биодизеля, биоэтанола). Представляется необходимым в ближайшее время разработать долгосрочную стратегию развития биоэнергетики в Украине с учетом результатов выполненного исследования. В свою очередь, базовые показатели стратегии развития биоэнергетики могут быть использованы при подготовке обновленной Энергетической стратегии Украины до 2050 года.

**Ключевые слова:** биомасса, агробиомасса, биотопливо, потенциал биомассы, сельскохозяйственные остатки, пожнивные остатки, энергетические растения.