

## 7.4. Агробіологічні перспективи біоенергетики України

Л.І. Катан, Ю.І. Грицан, О.В. Жуков

**Б**іоенергетика – одне з найбільш перспективних відновлюваних джерел в Україні, проте її продуктивне використання до цього часу дуже обмежене. Україна належить до країн із високим біоенергетичним потенціалом. Перспективи розвитку біоенергетики в Україні визначено Національним планом дій з відновлюваної енергетики на період до 2020 р., затвердженим Кабінетом Міністрів України 1 жовтня 2014 р. Згідно з планом, до 2020 р. біоенергетика повинна вийти на рівень заміщення природного газу обсягом 8,3 млрд м<sup>3</sup> на рік (*Національний план дій..., 2014*).

Виробництво тепла з біоенергетичних джерел становить близько 0,5% від загального обсягу поставок первинної енергії – в основному, дрова для побутових цілей, а також для використання в якості палива в лісових та деревообробних підприємствах. На противагу цьому, теплова генерація забезпечує 67%, ядерна енергія – 24%, а гідроенергетика – 9% від потреби України в 54,6 ГВт виробничих потужностей. З іншого боку, як відомо, енергія з біомаси може забезпечити

принаймні в шість разів більше і потенційно в десять разів більше енергії, для цього треба довести частку використання біомаси до цілих 7% від загального обсягу поставок енергії.

Біомаса є одним із найбільш перспективних відновлюваних джерел енергії, проте її використання в Україні обмежене, незважаючи на позитивну тенденцію протягом останніх років.

Виділяють три групи сільськогосподарської біомаси:

- 1) первинну, яка є побічним продуктом рослинництва (солома, стебла соняшника та кукурудзи тощо);
- 2) вторинну, отриману при переробці основної сільськогосподарської продукції (жом, макуха, лушпиння, шкаралупа, костриця і т.п.);
- 3) гній.

За оцінкою Біоенергетичної асоціації України, станом на 2015 р. потенціал енергії з біомаси складав 20,2 млн т н.е. (табл. 7.11).

Таблиця 7.11

**Енергетичний потенціал біомаси в Україні (2015 та 2050 рр.)** (за [www.uabio.org](http://www.uabio.org))

Вид біомаси	Теоретичний потенціал, млн т		Частка, доступна для енергетики, %		Потенціал, доступний для енергетики, млн т н.е.	
	2015	2050	2015	2050	2015	2050
Солома зернових культур	35,14	52,7	30	30	3,65	5,48
Солома ріпаку	3,1	4,7	40	40	0,43	0,65
ПП виробництва кукурудзи на зерно (стебла, стрижні)	30,3	45,5	40	40	2,32	3,48
ПП виробництва соняшнику (стебла, корзинки)	21,2	21,2	40	40	1,22	1,22
Вторинні відходи с/г (лушпиння соняшнику)	1,90	1,90	74	74	0,50	0,50
Деревна біомаса (дрова, порубкові залишки, відходи деревообробки)	6,0	9,0	94	94	1,39	2,08
Деревна біомаса (сухостій, деревена з лісосмуг, обрізки)	8,8	8,8	41	41	1,03	1,03

Закінчення табл. 7.11

Біодизель (з ріпаку)	-	-	-	-	0,19	0,19
Біоетанол (з кукурудзи і цукрового буряку)	-	-	-	-	0,54	0,54
Біогаз із відходів та побічної продукції АПК	1,6	11,2	50	100	0,68	2,38
Біогаз із органічної частини твердих побутових відходів (ТПВ)	0,6	5,8	34	100	1,18	0,60
Біогаз із стічних вод (промислових та комунальних)	1,0	9,0	23	100	0,19	0,39
Енергетичні культури:						
верба, тополя, міскантус (1,5 млн га у 2015 р., 3 млн га у 2050 р.)	17,25	51,8	90	90	6,58	19,74
кукурудза на біогаз (0,5 млн га у 2015 р., 1 млн га у 2050 р.)	1,67	6,68	90	90	1,29	5,15
Разом	-	-	-	-	20,19	43,42

Основними складовими цього потенціалу є побічні продукти рослинництва (загалом 7,6 млн т н.е., або 37,6% від загального потенціалу біомаси) та енергетичні культури (загалом 7,9 млн т н.е., або 39,0% від загального потенціалу). Побічні продукти рослинництва включають солому зернових і ріпаку, стебла кукурудзи, соняшнику тощо. Енергетичні культури включають у себе вербу, тополя та міскантус для твердого біопалива і кукурудзу – для біогазу.

Агропромисловий комплекс може виробляти широкий спектр продукції із сільськогосподарської біомаси 1-ї та 2-ї груп: харчові продукти, корм, біопалива, добрива,

конструкційні матеріали, сировину для харчової, легкої, фармацевтичної, парфумерної та хімічної промисловості тощо. Так, наприклад, солому застосовують як добриво, підстилку та грубі корми для худоби, сировину для виробництва компосту, будівельний матеріал, переробляють у тверде біопаливо: тюки, рулони, паливні гранули (пелети), паливні брикети.

Тюкована біомаса є зручною продукцією, яка через ущільнення сировини у 4–5 разів сприяє більш ефективній логістиці та зберіганню (табл. 7.12). Гній переважно використовують як органічне добриво.

Таблиця 7.12

**Деякі характеристики торгових форм соломи (Бурикін та ін., 2016)**

Форма соломи	Насипна щільність, кг/м <sup>3</sup>	Питомий об'єм, м <sup>3</sup> /т	Питома енергомідкість, ГДж/м <sup>3</sup>
Насипна	20–50	20–50	0,29–0,72
Подрібнена (січка)	40–60	16–25	0,57–0,86
Круглі тюки (рулони)	70–110	9–14	1,01–1,58
Прямокутні тюки	70–160	6–14	1,01–2,3
Брикети	300–700	1,4–3,3	4,65–11,2
Гранули	500–700	1,4–2,0	7,75–11,2

Під час оцінки потенціалу використання побічної продукції сільського господарства для потреб енергетики вкрай важливим

є врахування агротехнічних та екологічних чинників. Так, при оцінці потенціалу відчуження поживних решток (напр., соломи

зернових і технічних культур) компромісна з аграрної точки зору частка біомаси, яку можна забирати з поля (з поверненням зольного залишку від спалювання), залежно від культури складає 30–40%. Такі частки відчужен-

ня не суперечать технологіям ведення традиційного рослинництва в Україні та добре корелюються з аналогічними даними для ряду розвинених країн світу (табл. 7.13).

Таблиця 7.13

**Частка аграрної біомаси, що може використовуватися для потреб енергетики**

([www.uabio.org](http://www.uabio.org), Аналітична записка..., 2012)

Вид біомаси, країна	Частка теоретичного потенціалу для потреб енергетики
Солома:	
ЄС	25–50%
Данія, Німеччина	30%
Швеція	60%
Естонія	15–65%
Італія	40–60%
США	30–50%
Україна	30% (зернові); 40% (ріпак)
Побічні продукти виробництва кукурудзи на зерно (КЗ) та соняшнику:	
ЄС	30–50%
Швеція (КЗ), Греція	60%
Італія (КЗ)	40–60%
США(КЗ)	30–40%
Україна	40%

Слід зазначити, що біомаса сільськогосподарського походження складає фактичну частину потенціалу, а енергетичні культури є перспективною частиною, яка може бути отримана шляхом вирощування енергетичних культур на 2 млн га вільних сільськогосподарських земель. Згідно зі статистичними даними, в Україні щороку не використовується 3–4 млн га сільськогосподарських угідь. Цю землю частково можна використовувати для вирощування енергетичних культур. Запропонований базовий сценарій полягає у використанні 1,5 млн га під енергетичну вербу, тополь та міскантус, а також 0,5 млн га під кукурудзу для виробництва біогазу.

Прогноз біоенергетичного потенціалу до 2050 р. показує, що він може збільшитися майже у 2,2 рази порівняно з теперішнім рівнем і досягти 43,4 млн т н.е. Загальна структура потенціалу залишиться незмінною, але

очікується, що внесок енергетичних культур складе 56% загального потенціалу (24,5 млн т н.е.), а частка побічних продуктів рослинництва зменшиться до 25% (10,8 млн т н.е.). Прогноз ґрунтується на припущеннях про зростання обсягів валового виробництва основної продукції агропромислового комплексу в 1,5–2 рази, збільшення врожайності зернових культур та ріпаку в 1,5 рази, збільшення площ землі під вирощування енергетичних культур у 2 рази та їх врожайності в 1,5–2 рази.

Функціонування енергетичного сектора України наразі суттєво залежить від імпорту викопних видів палива – природного газу (імпортовано 33,4% від загального обсягу використання 33,2 млрд м<sup>3</sup> в 2016 р.), нафти (імпортовано 18,5% від загального обсягу добування/імпорту нафти 2,7 млн т у 2016 р.) і, останнім часом, кам'яного вугілля (імпортовано 26,5% від загального обсягу

споживання вугілля антрацитової групи 33,4 тис. т у 2015 р.). Загальний показник імпортозалежності України у 2015 р. складав, з урахуванням постачання ядерного палива, 51,6%, що становить ризик для енергетичної безпеки.

Згідно з оновленою Енергетичною стратегією України до 2035 року, прогнозується, що частка імпортованих компонентів в енергобалансі країни може бути суттєво знижена за рахунок розвитку відновлюваних джерел енергії, власного видобутку природного газу,

а також завдяки енергозбереженню та підвищенню енергоефективності. Відповідно до прогнозу, ЗППЕ з вугілля в 2035 році складе 12 млн т н.е., з природного газу – 29 млн т н.е. та з нафтопродуктів – 7 млн т н.е. (всього 48 млн т н.е.) (табл. 7.14), що приблизно співпадає з прогнозованим загальним економічним потенціалом постачання енергії з біомаси (43,4 млн т н.е. в 2050 р.). У 2035 році прогнозована частка енергії з біомаси, біопалива та відходів у структурі ЗППЕ складе 11,5% (11 млн т н.е.).

Таблиця 7.14

**Прогноз загального постачання первинної енергії України до 2035 р., млн т н.е.**  
(Аналітична записка..., 2012)

Назва джерел	2025 (прогноз)	2030 (прогноз)	2035 (прогноз)
Вугілля	14	13	12
Природний газ	27	28	29
Нафтопродукти	8	7,5	7
Атомна енергія	28	27	24
Біомаса, біопаливо та відходи	6	8	11
Сонячна та вітрова енергія	2	5	10
ГЕС	1	1	1
Термальна енергія	1	1,5	2
Разом	87	91	96

Згідно з прогнозом Біоенергетичної асоціації України, 90% енергії біомаси та відходів до 2035 р. буде забезпечувати тверда біомаса. Для досягнення поставлених цілей найближчими роками потрібне широке залучення побічних продуктів сільського господарства (соломи, стебел кукурудзи/соняшника) та енергетичних культур до паливно-енергетичного балансу країни.

Співробітниками Дніпровського державного аграрно-економічного університету було розроблено «Регіональну цільову програму використання біоенергетичних технологій у тепло- та гарячому водопостачанні в Дніпропетровській області на 2017–2020 роки» на виконання зобов'язань області відповідно до підписаного Меморандуму між Дніпропетровською обласною державною адміністрацією та Програмою розвитку ООН в рамках Проєкту «Розвиток та ко-

мерціалізація біоенергетичних технологій у муніципальному секторі в Україні», що фінансується Спільним проєктом Програми розвитку ООН та Глобального екологічного фонду.

В рамках Регіональної програми реалізовано системний підхід до переходу від традиційної системи централізованого теплопостачання в населених пунктах Дніпропетровської області до сучасної та ефективної системи, що передбачає використання доступних місцевих видів палива замість природного газу.

Цілі і завдання Програми повністю відповідають пріоритетам Енергетичної стратегії України на період до 2030 року, затвердженої розпорядженням Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 № 1071 р., особливо стосовно енергозбереження та зменшення споживання природного газу через вико-

ристання альтернативних джерел енергії, захисту навколишнього середовища через зменшення викидів парникових газів (*Енергетична стратегія..., 2013*).

Метою Програми є таке:

- розбудова інфраструктури у Дніпропетровській області з використання біоенергетичних технологій як відновлюваного джерела енергії для теплопостачання;
- скорочення бюджетних видатків на використання паливно-енергетичних ресурсів;
- створення сприятливого правового, нормативного і ринкового середовища й розбудови інституційної, адміністративної та технічної спроможності задля використання біоенергетичного потенціалу в області;
- зменшення негативного впливу енергетики на довкілля.

Основними завданнями Програми є такі:

- визначення альтернативних варіантів джерел біомаси з метою їх введення в енергобаланс області;
- виявлення потенційно придатних територій в регіоні для вирощування енергетичних культур швидкоростучих рослин;
- оцінка можливості застосування побічної продукції рослинництва як джерела біомаси без негативних наслідків для родючості ґрунтів;
- визначення рівня необхідних інвестицій для реалізації Програми.

Виконання Регіональної цільової програми в повному обсязі дасть можливість до 2030 року вирішити такі завдання:

- покращити екологічну ситуацію та сформуванню громадську думку щодо переваг застосування локальних проєктів відновлюваної енергетики;

- створити сприятливі умови для інвестування у виробництво енергоносіїв з відновлюваних джерел енергії;
- підвищити рівень виробництва енергоносіїв з відновлюваних джерел енергії до вимог Європейського Союзу;
- знизити економічну напругу шляхом біоенергетичних технологій та модернізації котелень;
- створити умови для адаптації агротехнологічних режимів вирощування сільськогосподарських та енергокультур для локальних проєктів відновлюваної енергетики;
- сформуванню передумови для розробки та реалізації інвестиційних проєктів у сфері альтернативної енергетики (біоенергетики тощо).

При розробці проєкту були враховані потреби регіону, вплив на стимулювання заміни природного газу при виробництві теплової енергії на енергоносії, отримані з відновлюваних джерел та альтернативних видів палива для підприємств теплопостачання, промислових споживачів, бюджетних установ та населення.

**Вирощування «класичних біоенергетичних культур».** Планується протягом 2017–2025 рр. розпочати вирощування класичних енергетичних сільськогосподарських культур на площі 10–60 тис. га. Вирощування на резервних землях лісгосподарських підприємств, перелогах, рекультивованих та техногенно трансформованих землях енергетичних культур (енергетична верба, тополя, павловнія) на площах 5–33 тис. га.

Ключовою метою лісового господарства регіону слід розглядати досягнення стабільного рівня заготівлі лісу на рівні 100–110 тис. м<sup>3</sup> на рік для потреби енергетики у межах існуючих угідь. А також екстенсивне відтворення лісових насаджень для розширення площі лісового покриву та збільшення лісистості території області, введення у



культуру швидкоростучих видів деревних рослин (верба, тополя, міскантус, павловнія та ін.), освоєння в рамках лісової рекультивациі техногенно-порушених земель. Для покращення родючості техногенно-порушених земель будуть застосовувати органічні добрива на основі переробки відходів підприємств та стічних вод населених пунктів.

Важливим джерелом біоенергетики в умовах промислово-аграрного регіону у степовій зоні, яким є Дніпропетровська область, є побічна продукція, яку можна одержувати у процесі вирощування сільськогосподарських культур. Для енергетичних проблем у період 2017–2020 рр. за умов наукового підходу на потреби біоенергетики можна спрямувати 1190–1580 тис. тонн побічної продукції кукурудзи та 940–1250 тис. тонн побічної продукції соняшнику. Є можливим одержання іншої побічної продукції рослинництва.

Побічна продукція рослинництва коштує близько 500 грн/т, пелети як сировина коштують близько 2500 грн/т. Теплотворна здатність біопалива з оптимальною вологістю удвічі менша, ніж вугілля. Три тонни побічної продукції, або 2 тонни пелет, за теплотворною здатністю заміщують тисячу кубометрів газу. Обсяг біомаси в розмірі 47200 т пелет забезпечить утворення 23,2 млн м<sup>3</sup> газу.

Вартість природного газу відповідно до Прейскуранту на природний газ із ре-

сурсів Національної акціонерної компанії «Нафтогаз України» з 1 червня 2016 року для суб'єктів господарювання, які виробляють теплову енергію, у тому числі блочні (модульні) котельні, установлені на дахові та прибудовані (виходячи з обсягу природного газу, що використовується для виробництва теплової енергії, яка використовується установами та організаціями, що фінансуються з державного і місцевих бюджетів, іншими суб'єктами господарювання), промислові споживачі, теплоелектроцентралі для промислових та власних потреб, у яких місячні обсяги використання природного газу до 50 тис. м<sup>3</sup> включно, кінцева ціна природного газу з урахуванням тарифів на транспортування магістральними і розподільними трубопроводами та ПДВ – 8366,04 грн за 1000 м<sup>3</sup>.

Розрахунок економічного ефекту від заміни газу як палива на біопаливо показує, що:

- 1) 47200 т біопалива замінять 23,2 млн м<sup>3</sup> газу;
- 2) вартість газу – 194091,2 тис. грн.;
- 3) вартість біопалива – 70800,0 тис. грн.;
- 4) економічна ефективність заміни виду палива – 123291,2 тис. грн.

Досягнення таких цілей неможливе без швидкого нарощування енергетичного споживання біомаси з енергетичних плантацій.