

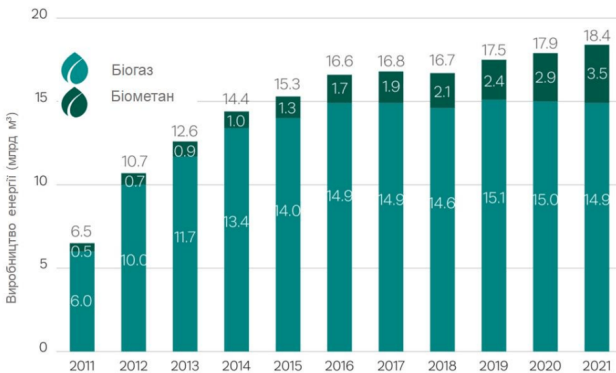
## **Переробка відходів зернових культур в Україні та країнах ЄС за принципами циркуляційної економіки**

Україна недовикористовувала потенціал переробної промисловості та агросектору для виробництва альтернативних видів енергії, які можуть задовольняти енергетичні потреби як цих галузей, так і економіки загалом. Так, за даними Енергетичного балансу України, у виробництві теплової енергії частка біопалива та відходів у 2020 р. не досягала 9%, тоді як у Швеції вона становить 60%, Австрії — 31%, Фінляндії — 27%, Латвії — 15% [3]. Прогноз Європейської біогазової асоціації: до 2030 року сектор біогазу та біометану може практично подвоїти виробництво, а до 2050 року виробництво може зрости у понад чотири рази. Потенційне виробництво біогазу та біометану в ЄС в 2030 році може досягати 44 млрд м<sup>3</sup>/рік.

Так, за 2021 рік в ЄС було побудовано 18 843 біогазових та 1067 біометанових установок. Сукупне виробництво біогазу та біометану = 196 ТВт·год енергії і становить 4,5% рівня споживання природного газу в ЄС в 2021 році. Середні значення виробництва енергії: біогазовими комплексами = 8 ГВт·год/рік. Німеччина — лідер серед країн Європи за рівнем виробництва біогазу та біометану. Також високі показники приросту виробництва біометану в 2021 році показали Франція (+2130 ГВт·год), Данія (+1642 ГВт·год), Німеччина (+1553 ГВт·год). [4]

Наразі з усієї біоенергії, що виробляється в Україні, близько 70% отримують саме з твердої біомаси у спосіб її спалювання. Ще 15% виробляється у вигляді біогазу та близько 15% припадає на рідкі біопалива типу біодизеля та біоетанолу [3].

Останнім часом зроблено низку кроків для розвитку виробництва альтернативних видів палива в Україні:



**Рис. 1.** Зростання кількості біогазових заводів в ЄС 2011–2021 рр. (статистичний звіт 2022) [4]

- 1) 21 жовтня 2021 р. ухвалено Закон України №1820-IX «Про внесення змін до деяких законів України щодо розвитку виробництва біометану».
- 2) Постановою Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку функціонування реєстру біометану» від 22 липня 2022 р. № 823.
- 3) 1 квітня 2022 р. взято за основу проєкт Закону України «Про внесення змін до Податкового кодексу України та інших законодавчих актів України щодо справляння єдиного внеску та обліку спирту етилового денатурованого та продукції хімічного і технічного призначення» від 30 березня 2022 р. № 7233.
- 4) Закон України від 20 червня 2022 р. № 2320-IX «Про управління відходами».

Вважається, що на одну тону зібраного зерна припадає приблизно одна тонна соломи. За підрахунками спеціалістів, в агровиробництві на сьогодні накопичується значна кількість відходів біомаси рослинних решток, які практично ніде не застосовуються. Частина з них приорується, ще деяка використовується на корм та устілку для тварин в малочисленній галузі тваринництва, та в багатьох випадках поширена практика спалювання залишків соломи, стебел на місці їх утворення, оскільки штрафи за порушення цього нормативу не є стимулюючим для населення, тому що штрафи складають від 340 до 1360 грн. Нераціональне поводження з відходами рослинництва в умовах підвищення вартості традиційних джерел енергії є неприпустимим, оскільки вони являють собою цінну енергетичну сировину, значний і дешевий резерв паливних ресурсів [1].

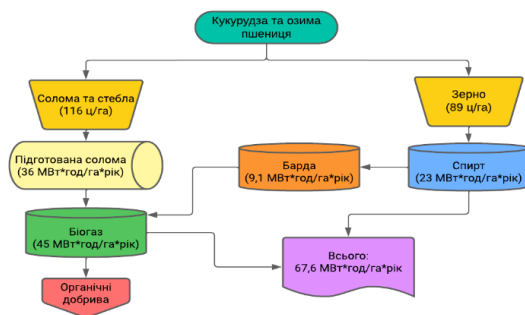
Неправильне поводження з рослинними відходами може стати джерелом виникнення низки проблем, зокрема: частина аграрних підприємств, незважаючи на заборону, продовжує спалювати відходи рослинництва, що призводить до викиду в атмосферу шкідливих речовин, може призвести до пожеж тощо; поява неприємного запаху, якщо відходи перегнивають просто неба, можливість зараження поверхневих і підземних вод; поява пустирів внаслідок того, що невидалені відходи призводять до виникнення хвороб рослин; втрачається економічна вигода від можливого енергетичного використання відходів та заміни біопаливом традиційних енергоносіїв [2].

Щорічно в Україні побутовими та промисловими користувачами споживається близько 200 млн т умовного палива, але при цьому власний видобуток становить лише 80 млн т. Важливим потенційним ресурсом за такого балансу власної та імпортованої енергетичної сировини може стати біопаливо, що є відновлюваним джерелом енергії, крім того, не чинить негативних екологічних наслідків при його використанні. Частка відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) в первинному споживанні енергії в країнах Європи досягла 12,5% в 2010 р. і на сьогодні зберігається тенденція до збільшення. Згідно з Директивою ЄС 2009/28/ЄС частка ВДЕ в 2020 р. досягла 20% [1].

Використанню цього потенціалу у виробництві енергії в найближчій перспективі можна задовольнити 13–15% потреби держави у первинній



**Рис. 2.** Теофіпольський біогазовий комплекс [6]



**Рис. 3.** Щорічний енергетичний потенціал комплексної переробки основних і побічних сільськогосподарських продуктів з 1 гектару посівної площі енергії [3].

Одним з енергетичних напрямів використання відходів рослинництва є отримання біогазу за допомогою анаеробної ферментації з твердої біомаси соломи зернових культур [5]. Технологія підготовки соломи за допомогою Бета-процесу для використання в біогазових станціях знайшла застосування відносно недавно. Вирощуючи зерно, фермер отримує і зерно, і солому, що є сировиною для біогазової станції. Причому для виробництва біогазу підійде будь-яка солома — пшениці, соняшнику, ріпаку. Крім соломи можна використовувати також поживні залишки, лушпиння, тирсу, деревні відходи, підстилковий послід. Придатна навіть стара, 2–3-річна лежала солома [5]. За даною технологією працює один з найбільших в Україні та Європі біогазових комплексів теофіпольський біогазовий комплекс. Біогазовий комплекс розташований на території ПАТ «Теофіпольський цукровий завод» (сmt. Теофіполь, Хмельницька область) (рис. 2) [6]

На прикладі озимої пшениці та кукурудзи на зерно можна оцінити енергетичний потенціал побічних продуктів сільськогосподарського виробництва, що реалізується за допомогою біогазової установки (рис. 3).

Отже, Україна стикається з проблемою неефективного використання великої кількості відходів рослинництва. Невірне поводження з цими від-

ходами може призвести до серйозних екологічних та економічних проблем. Зараз країна недоцінює потенціал виробництва альтернативних видів енергії, зокрема біопалива. Проте прийняття законів та розвиток технологій виробництва біогазу з рослинних відходів може відкрити нові перспективи для сталого використання ресурсів та зменшення негативного впливу на довкілля. Прогнози свідчать про потенційне зростання виробництва біогазу та біометану в ЄС, але Україна повинна активніше розвивати цей напрямок, враховуючи позитивний досвід ЄС. Підтримка розвитку біоенергетики в Україні є важливим кроком у напрямку сталого та ефективного використання відходів рослинництва для забезпечення енергетичних потреб країни.

#### **Список використаних джерел**

1. Коломієць Л. В., Мартиненко С. А., Левицька К. А. Оцінка шляхів використання рослинницької продукції. <http://dspace.kntu.kr.ua/server/api/core/bitstreams/69b725ee-3025-4463-8885-641fdb87596c/content>
2. Токарчук Д. М., Пришляк Н. В., Паламаренко Я. В. Стратегія поводження з відходами аграрних підприємств: раціональне поводження з відходами рослинництва, відходами тварин, тваринним гноем, агрохімічними відходами С. 4–7. [http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/12\\_2021/106.pdf](http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/12_2021/106.pdf)
3. Біоенергетичний потенціал аграрного сектору і промисловості — джерело енергетичної стійкості України. <http://niss.gov.ua/news/komentari-ekspertiv/bioenerhetychnyy-potentsial-ahrarnoho-sektoru-i-promyslovosti-dzherelo>
4. Стан та перспективи розвитку біогазових і біометанових технологій в ЄС. <http://uabio.org/wp-content/uploads/2023/11/1.-Geletuha-G.-G.-Stan-ta-perspektyvy-rozvytku-biogazovyh-tehnologij-u-krayinah-YES.pdf>
5. Бурлака С. А., Гуменюк Ю. В., Галуцзяк О. О. Потенціал використання соломи зернових культур як біопалива. <http://visnyk.vntu.edu.ua/index.php/visnyk/article/view/2554>
6. Біогаз із соломи. <http://zorg-biogas.com/uk/tehnologii/podgotovka-solomy>