

11. Shkolenko, O.B. Instrumenty derzhavnoyi polityky zakhystu ekonomichnykh interesiv vitchyznyanykh tovarovyrobnykiv u zarubizhnykh krayinakh [Instruments of state policy to protect the economic interests of domestic producers in foreign countries]. *nbu.gov.ua*. Retrieved from: http://www.nbu.gov.ua/portal/Soc_Gum/Vbumb/2010_1/2.pdf [in Ukrainian].

12. Aleskerova, Yu., Tarasenko, O., & Marunych, U. (2023). Currency security for small enterprises in Ukraine. *Prychornomorski ekonomichni studii – Black Sea Economic Studies*, 81, 156-166. DOI: <https://doi.org/10.32782/bses.81-25> [in English].

13. Honcharuk, I. (2021). Energy needs of the agricultural sector and the potential for addressing them. *Humanities and Social Sciences*, 29 (1), 95-113. DOI: <https://doi.org/10.22364/hssl.29.1.06> [in English].

14. Kaletnik, G., Honcharuk, I., Yemchyk, T., & Okhota, Yu. (2020). The World Experience in the Regulation of the Land Circulation. *European Journal of Sustainable Development*, 9 (2), 557-568. DOI: <https://doi.org/10.14207/ejsd.2020.v9n2p557> [in English].

Information about the author

ALESKEROVA Yuliia – Doctor of Economics Sciences, Professor of the Department of Finance, Banking and Insurance, Vinnytsia National Agrarian University (21008, Vinnytsia, 3, Soniachna Str., e-mail: aleskerovaaleskerova@gmail.com).

FEDORYSHYNA Lidiia – Candidate of Historical Sciences, Associate Professor of the Department of Analysis and Audit, Vinnytsia National Agrarian University (21008, Vinnytsia, 3, Soniachna Str., e-mail: fedorishina@i.ua).

АЛЕСКЕРОВА Юлія Володимирівна – доктор економічних наук, професор кафедри фінансів, банківської справи та страхування, Вінницький національний аграрний університет (21008, м. Вінниця, вул. Сонячна, 3, e-mail: aleskerovaaleskerova@gmail.com).

ФЕДОРИШИНА Лідія Іванівна – кандидат історичних наук, доцент кафедри аналізу та аудиту, Вінницький національний аграрний університет (21008, м. Вінниця, вул. Сонячна, 3, e-mail: fedorishina@i.ua).

УДК 620.925:338.23(4–6ЄС)

DOI: 10.37128/2411-4413-2023-3-10

**ЄВРОПЕЙСЬКІ
ПРАКТИКИ
РЕГУЛЮВАННЯ ТА
ПОВОДЖЕННЯ З
ДИГЕСТАТОМ У
КОНТЕКСТІ
АГРОЕКОЛОГІЧ-
НОГО ПЕРЕХОДУ
КРАЇН ЄС У МЕЖАХ
ЄВРОПЕЙСЬКОГО
ЗЕЛЕНОГО КУРСУ**

ГОНЧАРУК І.В.,
доктор економічних наук, професор кафедри
економіки та підприємницької діяльності,
проректор з науково-педагогічної, наукової
та інноваційної діяльності,
Вінницький національний аграрний університет
(м. Вінниця)

У статті наведено ключові напрями реалізації Європейського Зеленого Курсу задля подолання негативних наслідків змін клімату й досягнення кліматичної нейтральності Європи до 2050 року. Автором публікації виокремлено безвідходні технології виробництва біопалив як один з найдієвіших методів циркулярної економіки, який перетворює відходи на цінний ресурс. Наведена схема безвідходних технологій виробництва біопалив, внаслідок якої отримують альтернативні джерела енергії та органічні добрива (дигестат). Зауважено, що науковці й практики більшою мірою приділяють увагу дослідженню біогазу, а побічному продукту його виробництва – дигестату – незначною мірою.

Проаналізовано європейські схеми сертифікації та регулювання поводження з дигестатом. Розраховано обсяги виробництва дигестату з різної сировини у країнах Європейського Союзу в 2021 р., а також об'єми сировини, які необхідні для його виробництва. Виокремлено найбільші країни-виробники дигестату серед країн Європейського Союзу, які виробляють понад 1 млн т дигестату щороку.

Виділено основні напрями кінцевого використання дигестату в країнах Європейського Союзу, серед яких найбільшу частку займають: внесення сирого дигестату як біодобрива безпосереднього у ґрунт (67%); оброблення виробленого дигестату перед внесенням у ґрунт (8%); застосування у категорії «інші види використання», які містять використання в садівництві, виробництві ґрунту (для несільськогосподарських ґрунтів), перекриття полігонів твердих побутових відходів тощо (8%). Наведено середні норми внесення сирого дигестату в ґрунт і найпоширеніші способи його внесення.

Обраховано потенційний обсяг виробництва дигестату в 2022 році у країнах Європейського Союзу й спрогнозовано, що він може замінити 5-6% використання мінеральних азотних добрив. Також наведено прогноз виробництва дигестату й заміну ним мінеральних добрив до 2030 й 2050 років. На основі аналізу європейських практик регулювання та поводження з дигестатом у контексті агроекологічного переходу країн Європейського Союзу в межах Європейського Зеленого Курсу запропоновано ряд заходів, які необхідно вжити Україні для імплементації та гармонізації вітчизняного законодавства з європейським у даній сфері діяльності.

Ключові слова: дигестат, біогаз, Європейський Зелений Курс, безвідходні технології виробництва, біопалива.

Табл.: 3. Рис.: 3. Літ.: 9.

EUROPEAN REGULATORY PRACTICES AND HANDLING OF DIGESTATE IN THE CONTEXT OF AGRO-ECOLOGICAL TRANSITION OF EU COUNTRIES WITHIN THE EUROPEAN GREEN DEAL

HONCHARUK Inna,
*Doctor of Economic Sciences, Professor
of the Department of Economics and Entrepreneurship,
Vice-Rector for Scientific and Pedagogical,
Scientific and Innovative Activities,
Vinnytsia National Agrarian University
(Vinnytsia)*

The article describes the key areas of implementation of European Green Course in order to overcome the negative consequences of climate change and achieve climate neutrality in Europe by 2050. The author of the publication singles out waste-free biofuel production technologies as one of the most effective methods of circular economy, which turns waste into a valuable resource.

The scheme of waste-free biofuel production technologies is given, due to which alternative sources of energy and organic fertilizers (digestate), are received. It is noted that scientists and practitioners, to a greater extent, pay attention to the study of biogas, and to a lesser extent to the by-product of its production – digestate.

The European schemes of certification and regulation of the handling of digestate are analyzed. The volumes of digestate production from various raw materials in the countries of the

European Union in 2021, as well as the volumes of raw materials required for its production, have been calculated. The largest digestate-producing countries among the countries of the European Union, which produce more than 1 million tons of digestate every year, are singled out.

The main directions of the final use of digestate in the countries of the European Union are highlighted, among which the largest share is: application of raw digestate as a biofertilizer directly to the soil (67%); processing of the produced digestate before applying it to the soil (8%); applications in the «other uses» category, which include use in horticulture, soil production (for non-agricultural soils), covering solid waste landfills, etc. (8%). The average rates of applying raw digestate to the soil and the most common ways of applying it are given.

The potential volume of digestate production in 2022 in the countries of the European Union is calculated and it is predicted that it can replace 5-6% of the use of mineral nitrogen fertilizers. The forecast for the production of digestate and its replacement of mineral fertilizers until 2030 and 2050 is also given. Due to the analysis of European practices of regulation and handling of digestate in the context of the agro-ecological transition of the countries of the European Union, within the European Green Course, a number of measures are proposed that should be taken by Ukraine for the implementation and harmonization of domestic legislation with European legislation in this field of activity.

Key words: digestate, biogas, European Green Deal, waste-free production technologies, biofuels.

Table: 3. Fig.: 3. Ref.: 9.

Постановка проблеми. Основними цілями Європейського Зеленого Курсу (далі – ЄЗК) є досягнення кліматичної нейтральності Європи до 2050 року за допомогою ефективного використання ресурсів, циркулярної економіки й збереження навколишнього природного середовища загалом.

Ключовими напрямками реалізації ЄЗК є подолання негативних наслідків змін клімату через кліматичну дію; виробництво й використання чистої (відновлюваної) енергії; забезпечення стійкої мобільності; будівництва й реновації; стійку промисловість; збереження біорозмаїття; зменшення забруднення довкілля; стійку аграрну політику.

У 2020 році Україна долучилась до розробки й реалізації політик спільно з країнами Європейського Союзу (далі – ЄС), напрацювавши спільну Дорожню карту участі й визначивши перспективні напрямки співробітництва у межах ЄЗК [1].

Безвідходні технології виробництва біопалив (біогазу й біометану) з відходів різного типу є ключовими у цьому процесі. Біогаз і біометан виробляються з різних типів органічних відходів, перетворюючи відходи на цінний ресурс, що є основним принципом ефективної циркулярної економіки. Харчові відходи або стічні води, які генеруються мешканцями міст і підприємницьким сектором, можна використовувати для виробництва відновлюваної енергії, що допомагає розвивати місцеву біоекономіку. У сільській місцевості відходи тваринництва або біомасу від сільського господарства можна утилізувати й перетворити на енергію, тоді як дигестат можна використовувати як органічне добриво. Це створює додаткові бізнес-моделі в аграрному секторі економіки країни, роблячи його більш конкурентоспроможним і сприяючи його сталому розвитку.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В основному, вченими й практиками приділяється значна увага дослідженню та вивченню процесів виробництва біогазу в контексті забезпечення відновлюваними джерелами енергії, водночас дигестату приділяють незначну увагу.

Враховуючи євроінтеграційний вектор розвитку України, для реалізації національних інтересів у рамках ЄЗК потрібно детально вивчити кращі європейські практики щодо виробництва й застосування на практиці дигестату, як заміни мінеральних добрив, задля їхньої імплементації та використання у вітчизняному агропромисловому комплексі.

Австрійські вчені Б. Штюрмер, Е. Пфундтнер, Ф. Кірчмейр і С. Ушніг проводили дослідження якості необробленого дигестату на основі даних аналізу австрійських біогазових установок щодо поточної австрійської та європейської нормативної бази виробництва й застосування добрив. Науковці використовували метод опитування операторів австрійських біогазових установок для отримання результатів аналізу дигестату й даних щодо введення субстрату, а також виходу енергії. Результати показують, що законодавча база поширюється, як мінімум, на 1,5 мільйона тонн дигестату. Австрійський дигестат має високу якість щодо вмісту поживних речовин, необхідних граничних значень важких металів, а також безпечний щодо своїх гігієнічних параметрів [2].

Науковці Вінницького національного аграрного університету (далі – ВНАУ) Р. Логоша, В. Паламарчук, В. Кричковський у своїй роботі провели розрахунки економічних показників досліджуваних елементів технології вирощування кукурудзи на зернові й овочеві культури в Україні, які свідчать про економічну ефективність вирощування цих культур у всіх варіантах досліду (застосовуючи мінеральні добрива й дигестат у різних нормах). Було доведено, що використання мінеральних добрив та їхнє поєднання з високими нормами біоорганічних добрив (дигестату) під час вирощування сільськогосподарських культур сприяє підвищенню продуктивності й підвищенню економічної ефективності виробництва цих культур [3].

У нашому попередньому дослідженні, проведеному разом з Г. Калетніком й іншими науковцями, обґрунтовано актуальність і потенціал впровадження безвідходної технології виробництва біогазу, яка має значні переваги енергетичної автономності як для аграрних підприємств, так і для України загалом. Розглянуто впровадження безвідходного виробництва на прикладі ТОВ «Органік-Д», яке обігріває та електрифікує свій комплекс, а також використовує органічні добрива (дигестат) завдяки переробці відходів на біогазовій станції [4].

Разом з Г. Панциревою та іншими вченими ВНАУ проведено дослідження екологічної безпеки й економічної ефективності дигестату як біодобрива порівняно з іншими органічними добривами [5].

Проте залишається не вивченим ряд питань щодо розрахункових обсягів виробництва дигестату з різної сировини, його кінцевого використання за типами у країнах ЄС; норм європейського законодавства й практики регулювання поводження з дигестатом, необхідність сертифікації та відповідності стандартам якості у різних країнах ЄС.

Формулювання цілей статті. Метою дослідження є проведення комплексного аналізу європейських практик регулювання та поводження з дигестатом у контексті агроекологічного переходу країн ЄС у межах Європейського Зеленого Курсу для виокремлення та імплементації успішних кейсів в Україні.

Виклад основного матеріалу дослідження. У результаті розкладання

органічної сировини внаслідок анаеробного процесу зброджування у біогазовому реакторі виробляється біогаз, який містить 45-85% метану (CH_4) і 25-50% вуглекислого газу (CO_2). Біогаз можна використовувати у багатьох цілях, проте якщо його доочистити, то можна отримати біометан, який є заміником природного газу. Під час анаеробного зброджування виробляється біогаз разом із цінним залишковим продуктом, відомим як дигестат. Саме тоді як частина органічних сполук початкової сировини утворює біогаз, мінеральна частина майже повністю залишається у дигестаті, що потенційно робить його корисним органо-мінеральним добривом. Дигестат може замінити синтетичні добрива, що дозволяє уникнути дорогого й енергоємного процесу їхнього виробництва (рис. 1).

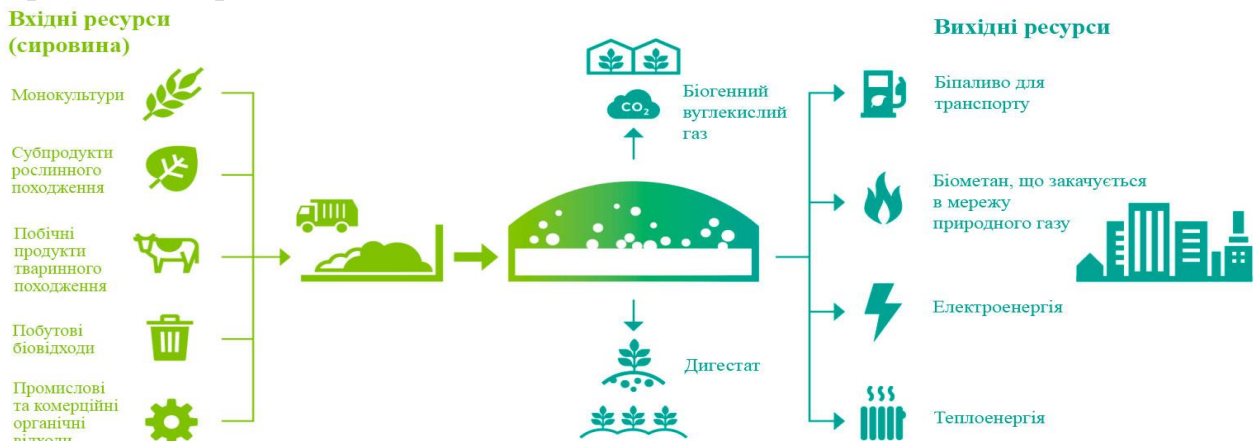


Рис. 1. Схема безвідходних технологій виробництва біопалив

Джерело: [6]

Біогаз, в основному, досліджується вченими у контексті виробництва відновлюваної енергії, проте аналізу потенціалу використання дигестату приділяють незначну увагу. Однак, дигестат має потенціал трансформувати сільське господарство країн ЄС, пропонуючи йому розвиток на засадах сталості, оскільки є органічним добривом і здатен замінити використання мінеральних добрив.

Використання дигестату дозволяє не лише скоротити застосування мінеральних добрив, що встановлено стратегією «Від лану до столу», а й забезпечити належне управління станом ґрунту й відновленням його родючості; вирішити проблеми мінерального балансу й нестачі органічної речовини у ґрунті, як того вимагає Стратегія ЄС щодо захисту ґрунтів, а також формувати ефективне вловлювання вуглецю відповідно до поточного розвитку політики вуглецевого землеробства.

У країнах-членах ЄС правила доступу на ринок удобрювальних продуктів, за виключенням засобів захисту рослин і побічних продуктів тваринного походження або похідних продуктів, регулюються Регламентом (ЄС) 2019/1009 Європейського Парламенту й Ради, що встановлює правила доступу на ринок удобрювальних продуктів ЄС, вносить зміни до Регламентів (ЄС) 1069/2009 і (ЄС) 1107/2009, а також скасовує дію Регламенту (ЄС) 2003/2003.

Регламент (ЄС) 2019/1009 чітко розділяє поняття «удобрювальний продукт» і «засоби захисту рослин», які підпадають під дію Регламенту (ЄС) 1107/2009. Регламент (ЄС) 1107/2009 регулює лише засоби захисту рослин і не

регулює добрива чи інші удобрювальні продукти. Дигестат біогазових установок не підпадає під дію Регламенту (ЄС) 1107/2009, оскільки не є засобом захисту рослин, а є удобрювальним продуктом.

Регламент (ЄС) 2019/1009 дає визначення удобрювальним продуктам за їхньою матеріальною складовою (усього 11 груп) і функціональним призначенням (усього 7 груп). Одними з 11 груп удобрювальних продуктів за матеріальною складовою є «дигестат з рослинної сировини» і «дигестат інший».

Проаналізувавши європейське законодавство й практику регулювання поводження з дигестатом у різних країнах ЄС, варто відмітити, що ні на загальноєвропейському рівні, ні на рівні окремих країн ЄС не вимагається державна реєстрація дигестату як добрива. Водночас існують як національні, так і європейські схеми сертифікації дигестату на його відповідність прийнятним стандартам якості, які представлені у табл. 1.

Таблиця 1

Європейські схеми сертифікації та регулювання поводження з дигестатом

№ з/п	Країна	Тип використання
1	Бельгія	Основні стандарти вироблення та користування дигестатом регулюються «Положенням про відходи й управління ними» (VLAREMA). Для моніторингу дотримання стандартів був створений VLACO – орган із сертифікації для здійснення контролю якості стандартів переробників органічно-біологічних відходів. Після дослідження надаються сертифікати перевірки готової продукції
2	Швеція	Дигестат підлягає контролю стандарту якості згідно з правилами Spcr 120 – «Правила сертифікації дигестату з біовідходів системою забезпечення якості шведського управління відходами»
3	Німеччина	Сертифікацію («штамп якості») надає BGK (Bundesgemeinschaft Kompost) – професійна незалежна асоціація, що займається сертифікацією продукції для виробників добрив, статутною метою якої є контроль за дотриманням стандартів якості обробки органічних відходів домогосподарств. Асоціація свою політику базує на критеріях, встановлених Інститутом якості й контролю RAL Deutsche. Він є обов'язковим для дигестату, який використовується переважно, як добриво, без попередньої обробки
4	Велика Британія	Розробила «Протокол якості AD» (Anaerobic Digestion Quality Protocol), що визначає статус «end-of-waste» для дигестату, тобто тих продуктів, які проходять процес анаеробної обробки, можуть бути відновлені, є безпечними для довготривалого використання та на цей продукт є попит. Стандарти якості містяться у Британському стандарті Bs-Pas 110. Згідно з ним, дигестат – це суспензія, подібна до рідини, яка багата поживними речовинами і використовується як поновлюване добриво
5	Італія	В Італії відповідальним органом за надання дозволу на використання дигестату є Італійський консорціум з біогазу (Italian Consortium for Biogas). Заводи, що переробляють продукти харчування та відходи в Італії окремо розділяють дигестат на тверду й рідку фракції. Тверда фракція компостується, унаслідок чого отримується багате на вуглець добриво, тоді як рідка фракція або рециркулюється у межах біогазового заводу (у біореактор або на лагуни), або очищується на очисних спорудах. Дигестат, як правило, застосовується безпосередньо як мінеральне добриво, багате на азот. Застосовується певна класифікація дигестату: «сільськогосподарський» дигестат як побічний продукт процесу переробки й дигестат, вироблений з харчових відходів і все ще класифікується як відходи, що вимагають аеробної обробки, щоб перетворити його у компост
6	Франція	Встановлюються обмежувальні вимоги для використання дигестату, щоб уникнути хімічного забруднення та ризику поширення патогенів, оскільки склад дигестату може відрізнятися залежно від походження оброблюваних субстратів і різних етапів подальшої обробки, які можуть бути використані для зміни його фізико-хімічних характеристик. Дигестат можна використовувати лише для польових культур і луків, для пасовищ і скошування. Використання продукту на полях овочевих культур заборонено. У польових культурах його використання дозволено протягом усього року (за умови врахування програми дій, реалізованих у вразливих зонах). Поширення дигестату також має здійснюватися з урахуванням максимальної кількості мінеральних мікроелементів, які визначені нормативними актами. Перед тим, як залишити завод, продукт повинен відповідати ряду хімічних і бактеріологічних характеристик

Джерело: [8]

Для міжнародної торгівлі дигестатом доступні наступні категорії європейських добрив: «органічний покращувач ґрунту», «субстрат для вирощування» і «органічний, немікробний біостимулятор рослин».

За типом сировини, з якої виробляється дигестат, у ЄС виокремлюють наступні його види:

- дигестат з відсортованих біовідходів твердих побутових відходів (далі – ТПВ);
- дигестат з органічної частки змішаних ТПВ;
- сільськогосподарський дигестат;
- дигестат зі стічних вод;
- дигестат з побічної продукції агропромислового виробництва.

У результаті аналізу статистичних джерел, варто відмітити, що у країнах ЄС-28 у 2021 році отримано близько 176,4 млн т дигестату, на виробництво якого затрачено 211,3 млн т сировини (табл. 2) [6].

Таблиця 2

Розрахункові обсяги виробництва дигестату з різної сировини у країнах ЄС у 2021 р., млн т

№ з/п	Вид дигестату	Обсяг виробництва дигестату, млн т	Тип сировини, з якої виробляють дигестат	Необхідні обсяги сировини для виробництва дигестату, млн т
1	Дигестат з відсортованих біовідходів ТПВ	7,0	Зазвичай біологічно розкладні харчові відходи індивідуальних домогосподарств, ресторанів, закладів громадського харчування, офісних приміщень, їдалень, лікарень та шкіл. У деяких муніципалітетах також використовують органічні відходи озеленення (скошена трава)	8,3
2	Дигестат з органічної частки змішаних ТПВ	46,0	Органічна фракція механічно витягнута з ТПВ	55,0
3	Сільськогосподарський дигестат	120,0	Найпоширенішими вхідними ресурсами є наступна сировина або її суміш: гній; енергетичні культури, покривні культури або вторинні сільськогосподарські культури для використання енергії (тритикале, міскантус), солома, що залишилася після збирання врожаю	144,0
4	Дигестат зі стічних вод	1,7	Осад стічних вод. У деяких випадках можуть бути додані біовідходи, виділені з ТПВ	2,0
5	Дигестат з побічної продукції агропромислового виробництва	1,7	Стічні води агропромислового виробництва, стічні води міських домогосподарств й об'єктів торгівлі, а також суміш промислових стічних вод з міськими стічними водами	2,0
6	Всього	176,4		211,3

Джерело: сформовано за даними [6]

Найбільшими виробниками дигестату в ЄС у 2021 р. були такі країни: Німеччина – 87 млн т, Італія – до 30 млн т і Великобританія – приблизно 19 млн т.

Для детального аналізу оцінки виробництва дигестату в розрізі країн ЄС на рис. 2 наведений потенціал виробництва дигестату в країнах, які виробляють понад 1 млн т дигестату щороку.

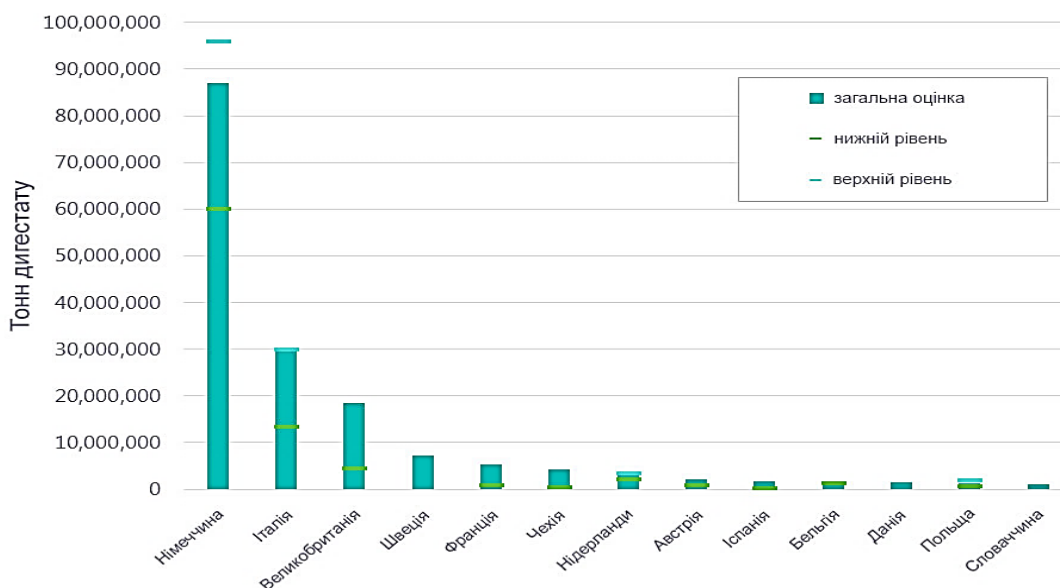


Рис. 2. Розрахунковий обсяг виробленого дигестату окремими країнами ЄС у 2021 р., т

Джерело: сформовано за даними [6]

За даними Європейської Біогазової Асоціації, нині найпоширенішим кінцевим використанням дигестату в країнах ЄС є внесення сирого дигестату як біодобрива безпосереднього у ґрунт (67%). Приблизно 16% виробленого дигестату перед внесенням у ґрунт обробляється. Крім того, 8% дигестату знаходить своє застосування у категорії «інші види використання», які входять до складу використання у садівництві, виробництві ґрунту (для несільськогосподарських ґрунтів), перекриття полігонів ТПВ тощо (рис. 3).

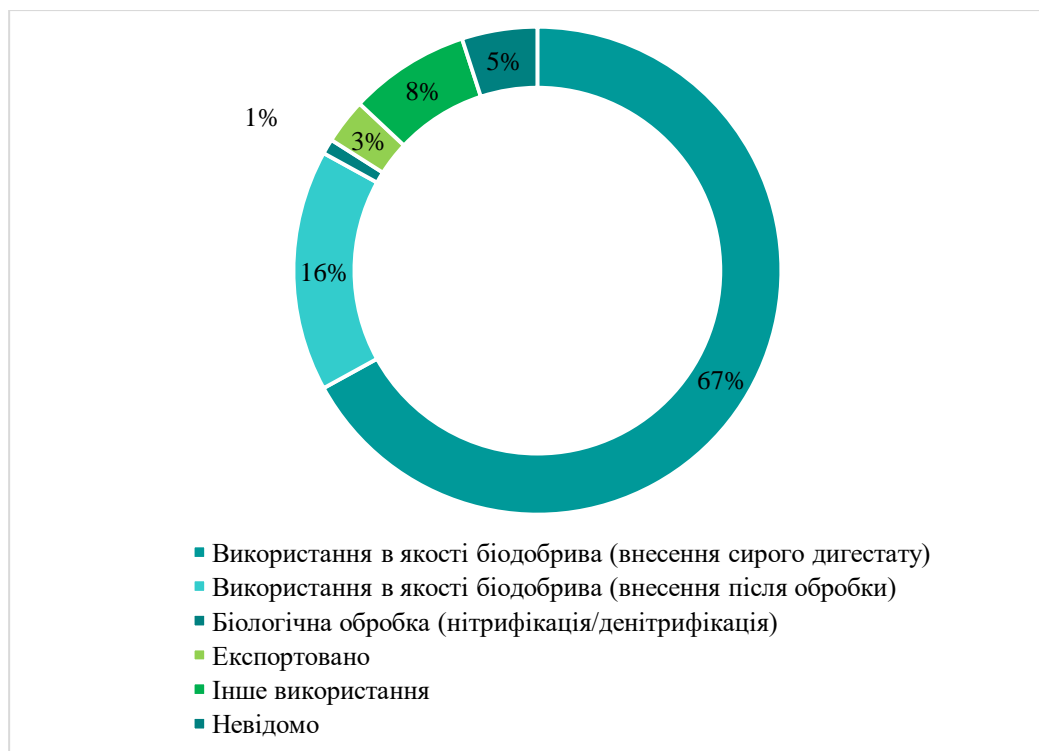


Рис. 3. Кінцеве використання дигестату в країнах ЄС у 2021 р., %

Джерело: сформовано за даними [6]

У Німеччині як органічне добриво використовують 100% сільськогосподарського дигестату й 30% дигестату, виготовленого зі стічних вод. У Швеції лише 24% дигестату, виробленого з осаду стічних вод, не використовується у вигляді добрива, а майже весь інший дигестат використовується для удобрення. В Італії дигестат сільськогосподарського виробництва зазвичай безпосередньо використовується як добриво. Компост з харчових і зелених відходів в Італії поділяють на тверду й рідку фракції. Тверда фракція компостується, а потім використовується як покращувач ґрунту, тоді як рідка фракція піддається рециклінгу на підприємстві або очищається на очисних спорудах. У Великій Британії більшість сільськогосподарського дигестату розподіляється на землі сільськогосподарського призначення виробників дигестату, або розташованих поблизу аграрних підприємств. У Нідерландах 82% дигестату використовують для потреб вітчизняного аграрного сектора економіки, а іншу частину – експортують.

Узагальнивши дані, представлені Європейською Біогазовою Асоціацією у таблиці 3, ми представили інформацію про типове використання дигестату з кожної категорії сировини. Аналіз даних таблиці 3 свідчить про те, що дигестат, вироблений із сільськогосподарських джерел, біовідходів і побічної продукції агропромислового виробництва, переважно використовується як органічне добриво й покращувач ґрунту в сільському господарстві, садівництві й рідше – у квітникарстві й ландшафтному дизайні домогосподарств. Більшість країн спалює або захороняє дигестат зі змішаних ТПВ й осаду стічних вод, хоча відсутні дані щодо практики використання його як добрива у країнах ЄС.

Таблиця 3

Використання різних типів дигестату в країнах ЄС

№ з/п	Тип дигестату	Тип використання
1	Дигестат з відсортованих біовідходів ТПВ	Органічне добриво й покращувач ґрунту для використання у сільському господарстві, садівництві. Весь дигестат з біовідходів може бути достатньо рідким для внесення на поля, хоча багато генераційних установок здійснюють ефективне сухе зброджування або, у деяких випадках, системи зброджування виробляють дигестат з умістом вологи близько 70 % або менше, який не можна перекачувати й вносити у рідкому стані. У деяких країнах, наприклад в Італії, для внесення дигестату в ґрунт, вимагається спочатку його компостування. Цей вид дигестату зазвичай розкидають так само, як і компост
2	Дигестат з органічної частки змішаних ТПВ	У більшості європейських країн цей дигестат не використовується для внесення у ґрунт, зазвичай або спалюють, або захороняють
3	Сільськогосподарський дигестат	Органічне добриво й покращувач ґрунту для використання у сільському господарстві, садівництві й у домогосподарствах під час вирощування квітів й овочів
4	Дигестат зі стічних вод	У переважній більшості країн ЄС оброблений осад також не розкидається на земельних угіддях. Концентровані тверді речовини мулу зазвичай спалюють або захороняють
5	Дигестат з побічної продукції агропромислового виробництва	Органічне добриво й покращувач ґрунту для використання у сільському господарстві, садівництві й у домогосподарствах. Спосіб внесення залежить від вмісту сухих речовин у дигестаті, який значно коливається залежно від продукту: від високого рівня осаду з умістом води до більш твердих матеріалів, подібних до дигестату з відокремлених біовідходів

Джерело: сформовано за даними [6]

В основному дигестат використовується у безпосередній близькості від місця його виробництва у сирому вигляді, або з подальшою обробкою. Здебільшого його вводять безпосередньо у ґрунт і норми внесення варіюються

у країнах ЄС від 10 м^3 до 40 м^3 на гектар [9].

Сільськогосподарський дигестат у більшості випадків є рідким (зазвичай з умістом води 70-90%). Обладнання, що використовується для внесення дигестату, здебільшого таке ж, як і для розкидання гною. Важливо вибрати техніку, яка мінімізує вплив дигестату на повітря через його швидкого впорскування у ґрунт, оскільки це запобігає втраті азоту через випаровування аміаку. Тому потрібно уникати неефективних і забруднювальних методів його внесення, таких як обприскування. Замість цього дигестат найкраще вносити за допомогою шлангів або шляхом прямого впорскування у верхній шар ґрунту.

Дози внесення дигестату дуже різноманітні й значно залежать від концентрації мінералів у суміші й потреб рослин. Наприклад, в Австрії максимальна дозволена кількість на 1 гектар на рік становить 25 м^3 . Зазвичай застосування у країнах ЄС коливається між $10\text{-}40 \text{ м}^3$. Якщо дигестат, вироблений з гною тварин, розкидається у зоні, вразливій до нітратів, необхідно дотримуватися обмеження, зазвичай 170 кг.

За оцінками Європейської Біогазової Асоціації, у 2022 році у країнах ЄС було вироблено від 222 до 258 млн т дигестату. До 2030 р., завдяки росту виробництва біометану, щорічно вироблятиметься 455-492 млн т дигестату, а до 2050 р. – від 1145 до 1334 млн т.

Дигестат уже сьогодні може замінити 5-6% мінеральних азотних добрив у ЄС. До 2030 року можна буде замінити 10-11% азотних добрив, а до 2050 року потенціал заміни цих добрив зросте до 26-31%. Подібно дигестат вже сьогодні може замінити у Європі 17 % синтетичних фосфорних добрив, а до 2030 року – 32%. До 2050 року потенціал заміни синтетичних фосфорних добрив, за прогнозами, досягне 86%.

Природний газ є основною сировиною та джерелом енергії для виробництва мінеральних добрив. Отже, заміна мінеральних добрив дигестатом веде до додаткового зменшення споживання природного газу. Заміна 5-6% мінеральних азотних добрив дигестатом вже сьогодні може заощадити $0,6$ млрд м^3 природного газу. Прогнози показують, що до 2030 і 2050 років можна буде уникнути споживання природного газу на $1,1$ і $5,9$ млрд м^3 , відповідно [7].

Висновки. Наразі в Україні зростає кількість біогазових станцій, а отже й обсяг виробництва дигестату, тому операторам станцій потрібно більше уваги приділяти побічному продукту виробництва біогазу – дигестату біогазових установок. Враховуючи гармонізацію норм європейського законодавства з українським, варто впроваджувати норми Регламентів ЄС щодо сертифікації та регулювання поводження з дигестатом.

Оскільки основною сировиною для виробництва біогазу в Україні є сировина аграрного походження: відходи рослинництва й тваринництва, харчові відходи (зокрема різні види гною та посліду, силосу кукурудзи або інших культур, поживні рештки сільськогосподарських культур, первинні або вторинні побічні продукти переробки рослинної сировини підприємствами харчової переробної промисловості, наприклад: жом цукрових буряків, барда, меляса тощо), то основним видом дигестату, який виробляється на вітчизняних біогазових станціях є сільськогосподарський.

Проаналізувавши європейську практику застосування сільськогосподарського дигестату, можна стверджувати, що єдиним раціональним способом застосування такого виду дигестату є внесення на поля для підвищення родючості ґрунтів, урожайності сільськогосподарських культур, що дозволяє скоротити використання мінеральних добрив.

В Україні відсутня практика поводження з дигестатом, виробленим з господарсько-побутових стічних вод їхнього осаду, ТПВ чи їхньої фракції, тому доречно перейняти досвід переважної більшості країн ЄС і спалювати або захоронювати його.

Згідно з українським законодавством, дигестат, що утворюється у біогазових установках, використовується як органічне добриво чи покращувач ґрунту. Для встановлення нормативних вимог до дигестату біогазових установок, що буде використовуватись як органічне добриво або покращувач ґрунту, необхідно розробити відповідний Національний стандарт України.

Список використаних джерел

1. The European Green Deal. URL: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/e%20n/ip_19_6691 (дата звернення: 21.06.2023).

2. Stürmer B., Pfundtner E., Kirchmeyr F., Uschnig S. Legal requirements for digestate as fertilizer in Austria and the European Union compared to actual technical parameters. *Journal of Environmental Management*. 2020. Vol. 253. 109756. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109756>

3. Lohosha R., Palamarchuk V., Krychkovskiy V. Economic efficiency of using digestate from biogas plants in Ukraine when growing agricultural crops as a way of achieving the goals of the European Green Deal. *Polityka Energetyczna*. 2023. Vol. 26, № 2. P. 161-182. DOI: 10.33223/epj/163434

4. Kaletnik G., Honcharuk I., Okhota Yu. The Waste-Free Production Development for the Energy Autonomy Formation of Ukrainian Agricultural Enterprises. *Journal of Environmental Management and Tourism*. 2020. Vol. XI, № 3 (43). P. 513-522. DOI: 10.14505/jemt.v11.3(43).02

5. Гончарук І.В., Панцирева Г.В., Вовк В.Ю., Верхолук С.Д. Дослідження екологічної безпеки та економічної ефективності дигестату як біодобрива. *Збалансоване природокористування*. 2023. № 2. С. 86-92. DOI: 10.33730/2310-4678.2.2023.282744

6. European Biogas Association. URL: <https://www.europeanbiogas.eu/SR-2022/EBA/> (дата звернення: 23.06.2023).

7. Біобум: європейська історія. URL: https://ips.ligazakon.net/document/view/gi04274b?an=3&ed=2021_07_15 (дата звернення: 25.06.2023).

8. Біоенергетична асоціація України. URL: <https://uabio.org/news/9384/> (дата звернення: 25.06.2023).

9. European Commission Digestate and compost as fertilisers: Risk assessment and risk man. URL: https://ec.europa.eu/search/?queryText=Digestate+and+compost+as+fertilisers%3A+Risk+assessment+and+risk+management+options&query_source=europa_default&filterSource=europa_default&swlang=en&more_options_language=en&more_options_f_formats=&more_options_date (дата звернення: 12.06.2023).

References

1. The European Green Deal. *ec.europa.eu*. Retrieved from: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/e%20n/ip_19_6691 [in English].
2. Stürmer, B., Pfundtner, E., Kirchmeyr, F., & Uschnig, S. (2020). Legal requirements for digestate as fertilizer in Austria and the European Union compared to actual technical parameters. *Journal of Environmental Management*, 253, 109756. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109756> [in English].
3. Lohosha, R., Palamarchuk, V., & Krychkovskyi, V. (2023). Economic efficiency of using digestate from biogas plants in Ukraine when growing agricultural crops as a way of achieving the goals of the European Green Deal. *Polityka Energetyczna*, 26, 2, 161-182. DOI: 10.33223/epj/163434 [in English].
4. Kaletnik, G., Honcharuk, I., & Okhota, Yu. (2020). The Waste-Free Production Development for the Energy Autonomy Formation of Ukrainian Agricultural Enterprises. *Journal of Environmental Management and Tourism*, XI, 3 (43), 513-522. DOI: 10.14505/jemt.v11.3(43).02 [in English].
5. Honcharuk, I.V., Pansyreva, H.V., Vovk, V.Yu., & Verkholiuk, S.D. (2023). Doslidzhennia ekolohichnoi bezpeky ta ekonomichnoi efektyvnosti dyhestatu yak biodobryva [Study of ecological safety and economic efficiency of digestate as a biofertilizer]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannia – Balanced nature management*, 2, 86-92. DOI: 10.33730/2310-4678.2.2023.282744 [in Ukrainian].
6. European Biogas Association. *europeanbiogas.eu*. Retrieved from: <https://www.europeanbiogas.eu/SR-2022/EBA/> [in English].
7. Biobum: yevropeiska istoriia [Bioboom: European history]. *ips.ligazakon.net*. Retrieved from: https://ips.ligazakon.net/document/view/gi04274b?an=3&ed=2021_07_15 [in Ukrainian].
8. Bioenerhetychna asotsiatsiia Ukrainy [Bioenergy Association of Ukraine]. *uabio.org*. Retrieved from: <https://uabio.org/news/9384/> [in Ukrainian].
9. European Commission Digestate and compost as fertilisers: Risk assessment and risk man. *ec.europa.eu*. Retrieved from: https://ec.europa.eu/search/?queryText=Digestate+and+compost+as+fertilisers+%3A+Risk+assessment+and+risk+management+options&query_source=europa_default&filterSource=europa_default&swlang=en&more_options_language=en&more_options_f_formats=&more_options_date [in English].

Відомості по авторів

ГОНЧАРУК Інна Вікторівна – доктор економічних наук, професор кафедри економіки та підприємницької діяльності, проректор з науково-педагогічної, наукової та інноваційної діяльності, Вінницький національний аграрний університет (21008, м. Вінниця, вул. Сонячна, 3, e-mail: vnaunauka2021@gmail.com).

HONCHARUK Inna – Doctor of Economic Sciences, Professor of the Department of Economics and Entrepreneurship, Vice-Rector for Scientific and Pedagogical, Scientific and Innovative Activities, Vinnytsia National Agrarian University (21008, Vinnytsia, 3, Soniachna Str., e-mail: vnaunauka2021@gmail.com).