

ТЕНДЕНЦІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВАЛОРИЗАЦІЇ ОРГАНІЧНИХ ВІДХОДІВ У ЄВРОПЕЙСЬКОМУ СОЮЗІ ТА УКРАЇНІ

ГЕТМАНЕНКО В.А. – кандидат сільськогосподарських наук, дослідник
orcid.org/0000-0001-9021-3373

Інститут природних ресурсів Фінляндії

КРИЛАЧ С.І. – кандидат сільськогосподарських наук, старший дослідник
orcid.org/0000-0002-3347-6561

Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії
імені О.Н. Соколовського»

СКРИЛЬНИК Є.В. – доктор сільськогосподарських наук, професор
orcid.org/0000-0002-8642-8547

Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії
імені О.Н. Соколовського»

КУТОВА А.М. – кандидат сільськогосподарських наук, старший дослідник
orcid.org/0000-0003-2680-566X

Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії
імені О.Н. Соколовського»

Постановка проблеми. Органічні відходи, включно з рештками сільськогосподарських культур, гноєм, побічними продуктами харчової промисловості та осадами стічних вод, набувають стратегічного значення для сталого розвитку, оскільки їхнє ресурсноцінне використання відкриває шлях до відновлювальної та кліматостійкої економіки в умовах зростаючого тиску на природні ресурси, змін клімату та деградації ґрунтів. У Європейському Союзі (ЄС) оцінка органічних відходів була інтегрована у ключові політичні рамки, включаючи План дій щодо рециркулярної економіки, Європейську зелену угоду та Регламент (ЄС) 2019/1009 [1] про добрива. Ці ініціативи спрямовані на зменшення тиску на навколишнє середовище, підвищення родючості ґрунту та закриття циклів поживних речовин шляхом сприяння безпечним, ефективним та економічно вигідним біологічним альтернативам традиційним добривам. Амбіція ЄС полягає не лише в більш ефективному управлінні відходами, але й у їх перетворенні на продукти з доданою вартістю, які сприяють продовольчій безпеці, секвестрації вуглецю та зменшенню залежності від невідновлюваних ресурсів, таких як видобутий фосфор або імпортовані азотні добрива.

Агропромислова база України, яка генерує величезну кількість органічних залишків та гною тварин, має значний невикористаний потенціал для валоризації. Однак країна стикається з системними бар'єрами, включаючи обмежену переробну інфраструктуру, слабкі практики управління відходами та фрагментований регуляторний нагляд. Ці проблеми посилюються наслідками війни, яка порушила ланцюги створення вартості в сільському господарстві та надання державних послуг у багатьох регіонах.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Попит на переробку відходів та впровадження економічно обґрунтованих циркулярних практик набуває все більшої популярності як у ЄС, так і в Україні [2-4]. Однак існують значні проблеми, пов'язані з технологічними, соціальними та екологічними аспектами переробки [5].

Важливим завданням є забезпечити замикання вуглецевих, азотних і фосфорних циклів і безпечно внесення у ґрунт продуктів переробки [6].

У науковій літературі підкреслюється, що повторне використання побічної продукції агропродовольчого сектору не лише знижує навантаження на довкілля, але й створює нові ланцюги доданої вартості. Роботи Bhushan B. et al. [2], Bilal M. et al. [3] та Salvatore I. et al. [4] аналізують новітні підходи до переробки побічних продуктів харчової промисловості на функціональні інгредієнти, добрива або біоматеріали. Такі дослідження демонструють, що ефективна переробка агровідходів стає ключовим елементом «зеленої трансформації» агропродовольчого сектору.

Водночас існують наукові праці, які критично оцінюють поточні бар'єри до масштабування переробки органічних відходів. Наприклад, Ozogul F. et al. [5] вказують на проблеми, пов'язані з безпекою, нестабільною якістю сировини та високими витратами на технологічну модернізацію. Крім того, Drózd D. et al. [6] акцентують увагу на викликах у сфері поводження з відходами тваринного походження, зокрема щодо зменшення викидів метану та контролю забруднень.

В українському контексті тематика циркулярної економіки в агросекторі представлена у роботах Замлинського В. А., Кузьоми В. В., Кучера А. В. та інших [7-9]. Їх дослідження охоплюють аспекти політичної інтеграції до ЄС, екологічної безпеки та економічної доцільності впровадження біоекономічних інструментів. Зокрема, у праці Кучера А. В. із співавторами наголошується на необхідності формування національної стратегії циркулярної трансформації агросфери, що включає правові та інституційні передумови. Замлинський В. А. підкреслює зв'язок між ефективним використанням біо-відходів і продовольчою безпекою, тоді як Кузьома В. В. акцентує увагу на інноваціях та державно-приватному партнерстві як рушіях сталого розвитку.

Варто також відзначити публікацію Mihai F. C. et al. [10], яка аналізує регіональні виклики країн Східної Європи,

вказуючи на фрагментоване регулювання, нестачу інфраструктури та обмежене фінансування, що в сукупності гальмують розвиток циркулярних практик у регіоні.

Таким чином, огляд наукових публікацій демонструє, що валоризація органічних відходів – це міждисциплінарне поле, яке охоплює агрономію, біотехнології, економіку та екологічну політику. Для досягнення масштабного ефекту необхідна координація досліджень, інноваційних проєктів, державної підтримки та гармонізація з європейським законодавством.

Ця стаття має на меті оцінити поточні практики, виявити нові технології та окреслити шляхи масштабування відновлення поживних речовин з урахуванням чинників, що впливають на ланцюги вартості органічних добрив і ґрунтополіпшувачів.

Результати досліджень. Сектор перероблених добрив Європейського Союзу в першу чергу зумовлений регуляторними заходами, зокрема Регламентом про добрива (ЄС 2019/1009), який стандартизує органічні відходи у вигляді добрив. Тиск на довкілля, такий як стік поживних речовин, що спричиняє евтрофікацію водойм, ще більше стимулює впровадження стійких альтернатив. Крім того, зростаючий попит на методи органічного та регенеративного сільського господарства заохочує використання перероблених ґрунтоутворювачів.

Анаеробне зброджування (АЗ), компостування та передові технології відновлення поживних речовин переживають значне зростання у ЄС. Також спостерігається зростаючий розвиток продуктів удобрення з екомаркуванням та маркуванням СЕ, що підвищує довіру споживачів та фермерів. З'являються нові ринкові механізми, включаючи платформи торгівлі поживними речовинами та ініціативи з вуглецевого сільського господарства, для стимулювання циркулярних практик. Значні інвестиції як з програм Horizon Europe, LIFE та інших, так і з ініціатив приватного сектору ще більше прискорюють інновації в цій галузі. Розвинені системи контролю якості та жорсткі обмеження на забруднювачі в ЄС, що забезпечують безпечність переробленої продукції. Однак регіональний дисбаланс поживних речовин, коли, наприклад, в деяких районах спостерігається надлишок гною, а в інших – його дефіцит, створює логістичні проблеми.

Зусилля України щодо узгодження законодавства із законодавством ЄС, зокрема в екологічній та сільськогосподарській політиці, є основним рушієм для масштабування переробки органічних відходів. Пріоритети післявоєнної відбудови наголошують на сталому управлінні ресурсами. Проєкти з компостування органічних відходів розширюються. Проте, у домогосподарствах органічні відходи майже не компостуються. Лише близько 0,003% піддається обробці, що зумовлено відсутністю систем роздільного збору. Внаслідок цього такі відходи переважно потрапляють на звалища, а не в ресурсоцінні ланцюги.

Натомість у промисловості валоризація органічних залишків активно розвивається, особливо завдяки біогазовим технологіям: за останнє десятиліття їхні потужності зросли вдвідесятеро, в тому числі завдяки політичним стимулам [11].

Валоризація передбачає перетворення органічних відходів, на цінні ресурси, в тому числі такі як добрива та ґрунтопокращувачі. Найбільш поширені шляхи переробки включають: компостування для отримання багатого на поживні речовини компосту; анаеробне зброджування (АЗ) для виробництва біогазу та дигестату; термічна обробка: піроліз або газифікація для виробництва енергії та біовугілля; системи відновлення поживних речовин: такі методи, як осадження струвиту або видалення аміаку зі стічних вод.

Успіх цих ланцюгів валоризації органічних відходів залежить від складу відходів та стабільності потоків утворення; ефективності та масштабованості технологій переробки; ринкового попиту: схвалення фермерами та готовності споживачів використовувати перероблені продукти та державної підтримки, що стимулює практики циркулярної економіки.

У таблиці 1 представлено огляд інноваційних технологій, які наразі формують ландшафт валоризації органічних відходів у ЄС. Ці технології охоплюють широкий спектр процесів – від піролізу та гідротермальної карбонізації (ГТК) до ферментації, електродіалізу та культивування водоростей – кожен з яких розроблений для перетворення певних потоків сільськогосподарських, промислових або побутових відходів на продукти з доданою вартістю. Технології оцінюються на основі типу процесу, вхідної сировини, кінцевого продукту та рівня технологічної готовності (РТГ). РТГ визначає стадію розвитку технології – від лабораторного випробування (РТГ 1–3) до демонстраційних проєктів (РТГ 4–6) і комерційного застосування (РТГ 7–9).

Відомими прикладами є 3R-BioPhosphate, яке використовує піроліз кісткового подрібнення тварин для виробництва високоякісного біофосфату, та платформа ГТК від Ingelia, яка перетворює широкий спектр сільськогосподарських відходів на вуглеводені та рідкі добрива з комерційною РТГ 9. Інші помітні інновації включають мембранне відновлення поживних речовин з кислоти молочної сироватки (BioNanoNet), виробництво мікробних біомасових добрив з біоочищених сільськогосподарських потоків (Circular Agronomics) та культивування водоростей на анаеробному дигестаті для отримання багатих на білок та поживні речовини ґрунтових ресурсів (AlgaeBioGas). Ці технології не лише пропонують альтернативи синтетичним ресурсам, але й вирішують екологічні проблеми, такі як вимивання поживних речовин, утилізація органічних відходів та залежність від викопного палива.

Різноманітність власників технологій – від окремих університетів та консорціумів проєктів EU Horizon до комерційних підприємств, таких як Protix (добрива на основі комах) та Ilsa S.p.A. (ферментативні гідролізати) – демонструє зростаючу екосистему інновацій у рішеннях циркулярної біоекономіки. Включення інтегрованих систем, таких як біопереробний завод стічних вод бійні BIOAZUL та платформа валоризації аквакультури Sea2Land, ще більше відображає зсув сектору до міжгалузевого відновлення поживних речовин. Разом ці технології сигналізують про перехід від лінійного управління відходами до циклів регенеративних ресурсів,

Таблиця 1

Нові технології для валоризації побічних продуктів

Тип процесу	Вхідна сировина	Вихідний продукт	Власник технології	РТГ
Піроліз	Тваринне кісткове борошно	Біофосфат	3R-BioPhosphate Ltd. (ТОВ «3R-Біофосфат»)	8
ГТК	Відходи сільського господарства	Гідровугілля, рідке добриво	Ingelia	9
Нанofільтрація	Кисла сироватка	Рідке добриво	BioNanoNet	5
Пастеризація, електродіаліз	Дигестат з харчових / сільськогосподарських відходів	Багатий на поживні речовини мул	University of Ghent (Гентський університет)	7
Електродіаліз	Біокислоти	НРК рідкий концентрат	CAP Technologies	5
Ферментація	Сільськогосподарські відходи	Мікробне біомасове добриво	Circular Agronomics	6
Твердофазна ферментація	Дигестат + фруктові відходи	Субстрат-біостимулятор	Circular Agronomics	3-4
Ферментація	Кисла сироватка + м'якоть помідорів	ABC– збагачений біостимулятор	Rustica Project	5
Культивування водоростей	Анаеробний дигестат	Добриво з біомаси водоростей	AlgaeBioGas	7
Ферментативний гідроліз	Відходи тваринного колагену	Gelamin® Білкове добриво	Ilsa S.p.A.	9
Екструзія	Риб'ячі голови/каркаси	BBF тверді/рідкі добрива	TMC France	7
Струв'їтна кристалізація	Міські біовідходи/соєва вода	Струвіт (N/K)	Rustica Project	5-9
Розведення комах	Біомаса рослин	Шлам із комах, біомаса	Protix	6
Біосушіння	Мул аквакультури	Органічні добрива, чиста вода	Sea2Land Project	5-6
Інтегроване відновлення	Стічні води з бойні	Добрива, біостимулятори	BIOAZUL S.L.	7

Примітка: джерела інформації [12-15].

пропонуючи масштабовані моделі як для ЄС, так і для України.

Висновки. Наразі спостерігається зростаючий імпульс до інтеграції принципів циркулярної біоекономіки в рамки сільськогосподарської та екологічної політики. Адже, використання органічних відходів відіграє вагомий роль у досягненні довгострокової екологічної стійкості, продуктивності сільського господарства та енергетичної незалежності. Впровадження таких інноваційних технологій, як піроліз, ферментація, водоростеві системи та мікробна конверсія, для переробки органічних відходів демонструє високий потенціал у створенні доданої вартості та екологічних вигод. Постійні інвестиції в інфраструктуру, науково-просвітницька діяльність, узгодження нормативно-правових актів та регіональні партнерства є важливими для реалізації повного потенціалу цих інновацій. Ці зусилля важливо додатково підтримувати державно-приватними партнерствами та демонстраційними проектами, що сприяють довірі ринку до перероблених добрив та ґрунтополіпшувачів, які були отримані з біовідходів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

- European Commission. Regulation (EU) 2019/1009 of the European Parliament and of the Council of 5 June 2019 laying down rules on the making available on the market of EU fertilising products. *Official Journal of the European Union*. 2019. URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2019/1009/oj/eng>
- Bhushan B., Nanda V., Jindal N. Strategies for processing and valorization of ash gourd byproducts: A comprehensive review. *Food Chemistry*. 2025.

Vol. 473. 143040. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2025.143040>.

- Bilal M., Li D., Xie C., Yang R., Gu Z., Jiang D., Xu X., Wang P. Valorization of wheat bran arabinoxylan: A review on nutritional and materials perspectives. *Grain & Oil Science and Technology*. 2024. Vol. 7 (3). P. 196-208. <https://doi.org/10.1016/j.gaost.2024.05.006>.
- Salvatore I., Leue-Rüegg R., Beretta C., Müller N. Valorisation potential and challenges of food side product streams for food applications: A review using the example of Switzerland. *Future Foods*. 2024. Vol. 9. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2024.100325>
- Ozogul F., Cagali M., Šimat V., Ozogul Y., Tkaczewska J., Hassoun A., Kaddour A.A., Kuley E., Rathod N.B., Phadke G.G. Recent Developments in Valorisation of Bioactive Ingredients in Discard / Seafood Processing by-Products. *Trends in Food Science & Technology*. 2021. Vol. 116. P. 559–582. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.08.007>
- Drózd D., Wystalska K., Malińska K., Grosser A., Grobelak A., Kacprzak M. Management of poultry manure in Poland – Current state and future perspectives. *Journal of Environmental Management*. 2020. Vol. 264. 110327. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110327>
- Замлинський В.А. Циркулярна економіка та продовольча безпека в контексті формування стійкої харчової екосистеми підприємств АПК. *Економіка харчової промисловості*. 2025. Том. 17. Вип. 1. С. 41-47.
- Кузьома В.В. Пріоритетні напрями розвитку циркулярних трансформацій у агросекторі України. *Український журнал прикладної економіки та техніки*. 2022. Том 7. № 4. С. 291 – 296. <https://doi.org/10.36887/2415-8453-2023-3-2>

9. Кучер А.В., Кучер Л.Ю., Пащенко Ю.В. Циркулярна економіка в системі сталого розвитку аграрного сектора в умовах євроінтеграції. *Економіка та суспільство*. 2021. Вип. 32. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2021-32-24>
10. Circular Economy and Waste Management in Eastern Europe / F.C. Mihai, V. Ishchenko, V. Iordachi, V. Ivanova, N. Dzebisashvili; in: Ilić P, Pržulj N (eds). *Circular Economy*. Academy of Sciences and Arts of the Republic of Srpska, Banja Luka. 2024. LX: 57–95
11. *Biogas and Biomethane Report: State of the Industry in Europe 2023*. European Biogas Association. 2023. URL: <https://www.europeanbiogas.eu/>
12. Andreola C., González-Camejo J., Tambone F., Eusebi A.L., Adani F., Fatone F. Techno-economic assessment of biorefinery scenarios based on mollusc and fish residuals. *Waste Management*. 2023. Vol. 166. P. 294–304. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.wasman.2023.05.014>
13. Bibi F., Ilyas N., Saeed M., Shabir S., Shati A.A., Alfaifi M.Y., Amesho K.T.T., Chowdhury S., Sayyed R.Z. Innovative production of value-added products using agro-industrial wastes via solid-state fermentation. *Environmental Science and Pollution Research*. 2023. Vol. 30 (60). P. 125197–125213. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-28765-6>
14. Cortes Ortiz J.A., Ruiz A.T., Morales-Ramos J.A., Thomas M., Rojas M.G., Tomberlin J.K., Yi L., Han R., Giroud L., Jullien R.L. Insect Mass Production Technologies. *Insects as Sustainable Food Ingredients: Production, Processing and Food Applications*. 2016. P. 153–201. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802856-8.00006-5>
15. Hitzl M., Corma A., Pomares F., Renz M. The hydrothermal carbonization (HTC) plant as a decentral biorefinery for wet biomass. *Catalysis Today*. 2015. Vol. 257. P. 154–159. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cattod.2014.09.024>
- in Valorisation of Bioactive Ingredients in Discard / Seafood Processing by-Products. *Trends in Food Science & Technology*, 116, 559–582. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.08.007>
6. Drózd D., Wystalska K., Malińska K., Grosser A., Grobelak A., Kacprzak M. (2020). Management of poultry manure in Poland – Current state and future perspectives. *Journal of Environmental Management*, 264, 110327. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110327>
7. Zamlynskyi V. (2025). Tsyrukulyarna ekonomika ta prodovol'cha bezpeka v konteksti formuvannya stiykoyi kharchovoyi ekosystemy pidpriumstv APK. [Circular economy and food security in the context of forming a sustainable food ecosystem of agro-industrial enterprises]. *Food Industry Economics*, 17(1), 41-47. [in Ukrainian]
8. Kuzoma V.V. (2022). Priorytetni napriamy rozvytku tsyrkuliarnykh transformatsii u ahrosektori Ukrainy. [Priority areas of development of circular transformations in the agricultural sector of Ukraine]. *Ukrainian Journal of Applied Economics and Technology*, 7(4), 291 – 296. <https://doi.org/10.36887/2415-8453-2023-3-2> [in Ukrainian].
9. Kucher A.V., Kucher L.Yu., Pashchenko Yu.V. (2021), Tsyrukuliarna ekonomika v systemi staloho rozvytku aharnoho sektora v umovakh yevrointehratsii. [Circular economy in the system of sustainable development of the agricultural sector in the context of European integration]. *Economy and society*, 32. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2021-32-24> [in Ukrainian]
10. Mihai F.C., Ishchenko V., Iordachi V., Ivanova V., Dzebisashvili N. (2024). Circular Economy and Waste Management in Eastern Europe. In: Ilić P, Pržulj N (eds) *Circular Economy*. Academy of Sciences and Arts of the Republic of Srpska, Banja Luka, Monograph. LX:57–95.
11. European Biogas Association. (2023). *Biogas and Biomethane Report: State of the Industry in Europe 2023*. URL: <https://www.europeanbiogas.eu/>
12. Andreola C., González-Camejo J., Tambone F., Eusebi A.L., Adani F., Fatone F. (2023). Techno-economic assessment of biorefinery scenarios based on mollusc and fish residuals. *Waste Management*, 166, 294–304. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.wasman.2023.05.014>
13. Bibi F., Ilyas N., Saeed M., Shabir S., Shati A.A., Alfaifi M.Y., Amesho K.T.T., Chowdhury S., Sayyed R.Z. (2023). Innovative production of value-added products using agro-industrial wastes via solid-state fermentation. *Environmental Science and Pollution Research*, 30 (60), 125197–125213. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-28765-6>
14. Cortes Ortiz J.A., Ruiz A.T., Morales-Ramos J.A., Thomas M., Rojas M.G., Tomberlin J.K., Yi L., Han R., Giroud L., Jullien R.L. (2016). Insect Mass Production Technologies. *Insects as Sustainable Food Ingredients: Production, Processing and Food Applications*, 153–201. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802856-8.00006-5>
15. Hitzl M., Corma A., Pomares F., Renz M. (2015). The hydrothermal carbonization (HTC) plant as a decentral biorefinery for wet biomass. *Catalysis Today*, 257. 154–159. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cattod.2014.09.024>

REFERENCES:

1. European Commission (2019). Regulation (EU) 2019/1009 of the European Parliament and of the Council of 5 June 2019 laying down rules on the making available on the market of EU fertilising products. *Official Journal of the European Union*. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2019/1009/oj/eng>
2. Bhushan B., Nanda V., Jindal N. (2025). Strategies for processing and valorization of ash gourd byproducts: A comprehensive review. *Food Chemistry*, 473, 143040. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2025.143040>
3. Bilal M., Li D., Xie C., Yang R., Gu Z., Jiang D., Xu X., Wang P. (2024). Valorization of wheat bran arabinoxylan: A review on nutritional and materials perspectives. *Grain & Oil Science and Technology*, 7(3), 196-208. <https://doi.org/10.1016/j.gaost.2024.05.006>
4. Salvatore I., Leue-Rüegg R., Beretta C., Müller N. (2024). Valorisation potential and challenges of food side product streams for food applications: A review using the example of Switzerland. *Future Foods*, 9. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2024.100325>
5. Ozogul F., Cagali M., Šimat V., Ozogul Y., Tkaczewska J., Hassoun A., Kaddour A.A., Kuley E., Rathod N.B., Phadke G.G. (2021). Recent Developments

Гетманенко В.А., Криlach С.І., Скрильник Є.В., Кутова А.М. Регіональні тенденції та перспективи валоризації органічних відходів у Європейському Союзі та Україні

Валоризація органічних відходів, включаючи рослинні залишки, гній тварин, відходи харчової промисловості та осад стічних вод, являє собою стратегічний шлях до сталого використання ресурсів та циркулярних моделей біоекономіки. Особливою характеристикою агропромислового сектору є великий обсяг органічних відходів, які пропонується конвертувати у цінні вторинні ресурси. Це дозволить сформувати методологічні засади переходу до сучасної агропродовольчої системи, заснованої на принципах сталості, циркулярної економіки, екосистемного підходу та соціальної інклюзії. Стаття має на меті оцінити тенденції та перспективи валоризації органічних відходів в Європейському Союзі та Україні. Встановлено, що в ЄС валоризація органічних відходів підтримується регламентами (зокрема, Regulation EU 2019/1009), інструментами фінансування (Horizon Europe, LIFE) та високим рівнем технологічної зрілості. В Україні фіксується активний розвиток промислової переробки (біогазові установки), але спостерігається обмежена інфраструктура у секторі побутових органічних відходів. У статті проаналізовано сучасні інновації у сфері переробки органічних відходів з оцінкою рівня їхньої зрілості та потенціалу для масштабування. Зосереджено увагу на технологічній і нормативно-правовій динаміці. Основні шляхи перетворення включають компостування, анаеробне зброджування, піроліз, гідротермальну карбонізацію, ферментацію, культивування водоростей, електродіаліз та кристалізацію струвіту. Обговорюються стратегічні можливості у сфері валоризації органічних відходів а також рекомендації щодо просування принципів циркулярної біоекономіки в цій сфері. Україна має високий, але недостатньо реалізований потенціал. Інтеграція до європейського зеленого курсу, розвиток державно-приватних партнерств, стандартизація та демонстраційні проекти є необхідними умовами для ефективного переходу до сталого управління органічними ресурсами.

Ключові слова: циркулярна біоекономіка, аграрний сектор, технології, органічні добрива, ґрунтополіпшувачі.

Hetmanenko V.A., Krylach S.V., Skrylnyk Ye.I., Kutova A.M. Regional Trends and Prospects in Side-Stream Valorization in Europe and Ukraine

Valorization of organic waste, including plant residues, animal manure, food industry by-products, and sewage sludge, represents a strategic pathway toward sustainable resource use and circular bioeconomy models. A defining characteristic of the agri-industrial sector is the large volume of organic waste, which can be converted into valuable secondary resources. This enables the development of methodological foundations for a modern agri-food system based on principles of sustainability, circularity, ecosystem approaches, and social inclusion. This article aims to assess current trends and future prospects in the valorization of organic waste in the European Union and Ukraine. It has been established that in the EU, organic waste valorization is supported by regulations (notably Regulation EU 2019/1009), funding instruments (such as Horizon Europe and LIFE), and a high level of technological maturity. In Ukraine, while industrial processing (such as biogas plants) is developing actively, the infrastructure for managing household organic waste remains limited. The article analyzes current innovations in organic waste processing, evaluating their technological readiness and scalability potential. It focuses on both technological and regulatory dynamics. Key transformation pathways include composting, anaerobic digestion, pyrolysis, hydrothermal carbonization, fermentation, algae cultivation, electrodialysis, and struvite crystallization. Strategic opportunities in organic waste valorization are discussed, along with recommendations for advancing circular bioeconomy principles in this domain. Ukraine has a high but underutilized potential. Integration into the European Green Deal, the development of public-private partnerships, standardization, and demonstration projects are identified as essential steps for an effective transition to sustainable organic resource management.

Key words: circular bioeconomy, agricultural sector, technologies, organic fertilizers, soil improvers.