

ORCID: 0000-0001-8212-8179

Основна частина.

Літературний огляд і аналіз показують перспективність застосування установок, які працюють з одночасною сушкою і диспергуванням в одній робочій камері, що відповідає сучасним вимогам для сушильного обладнання. В них створюються великі поверхні тепломасообміну, збільшується в порівнянні наприклад, з барабанными установками питома продуктивність, зменшуються капітальні витрати і енерговитрати на випаровування вологи. На основі отриманих результатів експериментальних досліджень при різних режимах сушки термолабільних матеріалів (курячого посліду, рибного борошна, відходів цукрових виробництв та інш.) розроблені технології та обладнання для їх обробки.

Автор експериментально доводить можливість досягнення наступних теплотехнічних величин в камері: початкової температури теплоносія в межах 600 - 800°C; коефіцієнта тепловіддачі в межах 900 - 1200 Вт / (м² • град); середньої кількості теплоти на випаровування вологи в межах 3500 - 4000 кДж / кг випареної вологи; середньої напруги камери по випареній волозі 350 - 400 кг / (м³ • год).

Підсумком обробки та узагальнення отриманих результатів стала розробка методики інженерного розрахунку камери установки, підібрано обладнання для формування технологічних ліній по виробництву різних видів органічних термолабільних матеріалів.

Висновки.

1. Автором експериментально доведено, що розпорошення оброблюваного матеріалу на елементи малих розмірів, яке організовано в одній камері дозволить штучно підтримувати температуру поверхні матеріалу близької до температури мокрого термометра, тим самим зводячи знаходження матеріалу в другому періоді до мінімуму.

2. Отримані орієнтовні термодинамічні показники вказують на перспективність застосування камер одночасного сушіння і диспергування при обробці термолабільних матеріалів.

3. Результати роботи авторів можуть бути використані при проектуванні енергоефективного сушильного обладнання для технологічних ліній з переробки органічних термолабільних матеріалів.

4. Напрацювання та практичні рішення можуть бути використані при переробці органічних відходів в різних регіонах України, зокрема в її західних областях.

УДК 628.4

ВИКОРИСТАННЯ ДИГЕСТАТИВ І КОМПОСТИВ У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ

Г. О. Четверик

Інститут відновлюваної енергетики НАН України, вул. Гната Хоткевича 20а, м. Київ, 02094, Україна
тел.: +380442062809, e-mail: biomassa@ukr.net

Показано, за яких умов компостований дигестат із побутових відходів можна використовувати у якості органічного добрива, покращувача ґрунту або ґрунтового середовища.

Ключові слова: Харчові відходи, дигестат, компост, органічні добрива, біогаз.

A DIGESTATES AND COMPOSTES FOR AGRICULTURE USE

H. Chetveryk

It is shown under what conditions the composted digestate from household waste can be as an organic fertilizer, soil improver or soil environment.

Keywords: Food waste, digestate, compost, organic fertilizer, biogas.

ORCID: 0000-0001-9398-1968

У відділі відновлюваних органічних енергоносіїв ІВЕ НАН України займаються питаннями, пов'язаними з одержанням біогазу із різних органічних субстратів, зокрема й із органічної складової побутових відходів.

Під час зброджування органічних субстратів утворюється дигестат, який є важливим джерелом гумусу, поживних речовин, таких як азот, фосфор і калій. Внесення дигестатів або компостів у ґрунт сприяє збереженню та поліпшенню його родючості, активності ґрунтових мікроорганізмів, утриманню вологи в ґрунті, захисту ґрунту від ерозії.

Метою роботи є аналіз вимог до дигестатів і компостів для їхнього використання як органічних добрив, покращувачів ґрунту або ґрунтового середовища.

Дигестати і компости, отримані з рослинної або тваринницької біомаси використовують у якості органічного добрива, покращувача ґрунту або ґрунтового середовища без обмежень.

Згідно з прийнятим Регламентом Європейського Парламенту і Ради ЄС № 2019/1009, дигестати, отримані з харчових відходів для використання у якості органічного добрива, покращувача ґрунту або ґрунтового середовища, мають обов'язково бути компостовані, а харчові відходи мають пройти термічну обробку перед зброджуванням [1].

При внесенні добрив на сільськогосподарські угіддя, не допускається, щоб інертні домішки в дигестаті перевищували за 0,4% [1]. Харчові відходи містять до 20% інертних матеріалів. Під час сортування можна видалити частину інертних матеріалів. Дрібні інертні матеріали високої щільності такі як скло або метали можна видаляти методом осадження, а низької щільності наприклад пластмаси – методом флотації.

Серед відомих способів енергетичної утилізації органічної частини побутових відходів виділимо технології твердофазної і рідкофазної метанової ферментації. Вибір технології біологічного перероблення відходів залежить від їхнього якісного складу, логістики, місця розташування біогазових станцій. У Великій Британії, Норвегії, Швеції, Фінляндії переважає застосування технології твердофазного зброджування харчових відходів, тоді як у східній частині Європи переважає застосування технології рідкофазного зброджування харчових відходів.

Біогазові станції, що працюють за технологією твердофазної метанової ферментації призначені для перероблення органічної фракції відходів домогосподарств, харчових і промислових органічних відходів та енергетичних культур.

На заводі у м. Бурк ан Брес за технологією твердофазної метанової ферментації «Dranco» при одержанні біогазу з побутових відходів, після прес-сепарації збродженої маси отримують дигестат, тверду фракцію якого компостують [2].

Країни ЄС розробили свої національні стандарти або технічні умови для дигестатів і компостів. Компости, які надходять на ринок у Франції, мають відповідати французькому стандарту «NFU-44-051» на якість органічних добавок. Згідно із цим стандартом, показники компосту мають знаходитись у таких межах: вміст сухої речовини – більше 30%; вміст органічної речовини – 15-25%; масова частка загального азоту, фосфору, калію має становити більше за 1% на сухий продукт; співвідношення C/N – більше 8. Концентрація важких металів у компості має не перевищувати наступні значення, мг/кг сухої речовини: цинк – 600; нікель – 60; ртуть – 2; свинець – 180; мідь – 300; хром – 120; кадмій – 3; арсен – 18 [3].

Компостований дигестат із харчових відходів, отриманий на заводі у м. Бурк ан Брес відповідає французьким нормам «NFU-44-051» для його використання як покращувача ґрунту, зокрема за концентрацією важких металів, мг/кг сухої речовини: цинк – 402; нікель – 57; ртуть – 0,2; свинець – 66; мідь – 126; хром – 67; кадмій – 0,8; арсен – 2,4 [2, 3].

Харчові відходи як моносубстрат або органічні субстрати на основі харчових відходів зброджують у біогазових станціях з класичними реакторами з постійним перемішуванням, оптимальний вміст сухої речовини в яких становить від 8% до 12%. Харчові відходи зброджують з коров'ячим гноєм, курячим послідом, стеблами рису, також з осадами на станціях очищення стічних вод, де побудовані біогазові реактори для зброджування осадів, що лишаються після процесу очищення стічної води.

У норвезькому м. Ромеріке на заводі для отримання біогазу використовують відходи місцевих домоволодінь. Відходи завантажують у машину для розрізання пакувань товарної продукції. Після магнітного сепаратора, відходи поступають у пульпер для відокремлення пластику та інших включень. Подрібнені відходи змішують з технологічною водою та органічними відходами, після чого фільтрують для утворення суспензії. Важкі тверді частинки видаляють із суспензії методом відстоювання. На заводі отримують три види біодобрив: рідкі обезвожені добрива застосовують як органічні; біоконцентрат; тверді органічні матеріали застосовують для покращення ґрунту [4].

В Україні немає державного стандарту, що регулює вимоги до якості компостованого дигестату, і норм його внесення в сільськогосподарські землі. У стандарті [5] встановлені порядок проведення компостування органічної фракції, яка входить до складу побутових відходів та її анаеробного перероблення, наведені рекомендації щодо використання компосту.

Відповідно до Регламенту [1] показники дигестатів і компостів, яких використовують у якості органічного добрива, покращувача ґрунту або ґрунтового середовища мають знаходитись у таких межах: масова частка органічної речовини повинна бути не менше за 26,8% на сухий продукт; масова частка загального азоту, фосфору, калію має становити більше за 1% на сухий продукт. Перевірку агрономічної ефективності і екологічної безпеки дигестатів та компостів виконують у вегетаційних і польових дослідженнях. Концентрація важких металів має не перевищувати наступні значення, мг/кг сухої речовини: цинк – 800; нікель – 50; ртуть – 1; свинець – 120; мідь – 300; хром – 2; кадмій – 1,5; арсен – 40. При цьому наявність патогенної мікрофлори, життєздатних яєць гельмінтів, насіння бур'янів не допускається.

Висновки: Дигестати і компости, отримані з рослинної або тваринницької біомаси використовують у якості органічного добрива, покращувача ґрунту або ґрунтового середовища без обмежень, а дигестати, отримані з харчових відходів – використовують за умови термічної обробки харчових відходів і компостування дигестату. У Регламенті Європейського Парламенту і Ради ЄС № 2019/1009 наведено гранично допустимі значення концентрацій важких металів у дигестатах і компостах залежно від призначення використання у сільському господарстві.

Посилання:

1. 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 and amending Regulations (EC) No 1069/2009 and (EC) No 1107/2009 and repealing Regulation (EC) No 2003/2003
2. De Baere L., Mattheeuws B. "Production of clean compost out of mixed MSW: a giant leap towards zero waste", *Resources and Energy from Municipal Waste*, Melbourne: Australian Council for Educational Research, p. 554–567, 2017.
3. Офіційний сайт Міністерства екології Франції [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.aida.ineris.fr/consultation_document/7133 (Дата звернення: 20.01.2022).
4. Офіційний сайт Romerike biogas plant [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.oslo.kommune.no/english/waste-and-recycling/romerike-biogas-plant/#gref> (Дата звернення: 20.01.2022).

5. Стандарт житлово-комунального господарства України «Побутові відходи. Технологія перероблення органічної речовини, що є у складі побутових відходів СОУ ЖКГ 03.09-014:2010» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2016/01/sou-zhkg-03.09-014_2010.pdf (Дата звернення: 20.01.2022).

УДК 620.92:631.371

ОСНОВНІ НАПРЯМИ РОЗВИТКУ ВИРОБНИЦТВА ВОДНЮ ІЗ БІОМАСИ

О. М. Сукманюк¹, С. М. Кухарець²

Поліський національний університет, Старий бульвар, 7, м. Житомир, Україна, 10002

Ключові слова: *піроліз, газифікація, ферментація, біофотоліз.*

THE MAIN DIRECTIONS OF DEVELOPMENT OF HYDROGEN PRODUCTION FROM BIOMASS

Olena Sukmaniuk, Savelii Kukharets

Polissia National University,

Keywords: *pyrolysis, gasification, fermentation, biophotolysis.*

ORCID: ¹[0000-0003-2485-488X](https://orcid.org/0000-0003-2485-488X), ²[0000-0002-5129-8746](https://orcid.org/0000-0002-5129-8746)

На даний час однією із проблем людства є пошук нових відновлюваних джерел енергії, так як найбільш використовувані джерела засновані на викопному паливі, а запаси нафти, газу, кам'яного вугілля або урану, за прогнозами вчених, будуть вичерпані через 55-75 років [1, 2]. Використання викопного палива негативно впливає на навколишнє середовище, а ціни на нього постійно зростають. Довгостроковим вирішенням даних екологічних проблем є розробка нових енергетичних технологій, таких як отримання енергії шляхом спалювання водню.

Сьогодні водень вже розглядається як найбільш перспективне паливо, так як відновлювальні властивості водню використовуються в хімічній технології, порошковій металургії, машинобудуванні, мікроелектроніці. Також водень має саму високу теплопровідність 0,182 Вт.М/К при кімнатній температурі і атмосферному тиску і саму низьку в'язкість (коефіцієнт динамічної в'язкості газоподібного H₂ в таких же умовах складає 8,92×10⁻⁶ Па·с). Водень паливо, що значно ефективніше нафти і природного газу, так як при його згорянні виділяється майже в три рази більше енергії (в перерахунку на об'єм) та не утворюються токсичні речовини, що не забруднюють атмосферу (табл. 1) [3].

Щорічно у всьому світі виробляється біля 50 млн. тонн водню. Із них приблизно 48 % виробляється із природного газу, 30 % із нафти і 18 % із вугілля. При виробництві водню з вуглеводнів викидається велика кількість CO₂, а викиди вуглекислого газу, як відомо, є однією з причин глобального потепління. До того ж не всі країни мають власні вуглеводні. Вирішенням цих проблем може стати виробництво водню з біомаси, яка займає шосте місце серед запасів доступних джерел енергії після горючих сланців, урану, вугілля, нафти, природного газу та п'яте за продуктивністю після прямої сонячної, вітряної, гідро- та геотермальної енергії [4]. Біомасу поділяють на деревну (до 80%), трав'яну та плодову, також до неї відносять відходи харчової, сільськогосподарської та лісопереробної промисловості [5].