

## **ВИКОРИСТАННЯ НИЗЬКОПОТЕНЦІЙНОЇ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ БІОТЕРМІЧНОЇ ФЕРМЕНТАЦІЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ОРГАНІЧНИХ ВІДХОДІВ**

***В.С. Таргоня, М.М. Лісовий, доктори сільськогосподарських наук***

*Наведено результати біоенергетичних досліджень біотехнологічного процесу компостування сільськогосподарських органічних відходів в ізольованих реакторних системах з примусовою аерацією. Визначено перспективи подальшого розроблення відповідних технологій та обладнання для енергозабезпечення сільськогосподарського виробництва. Запропоновано техніко-технологічне рішення обладнання.*

© В.С. Таргоня, М.М. Лісовий, 2014

### ***Біотермічне компостування, реакторні системи, біоенергетичні дослідження, техніко-технологічне рішення обладнання.***

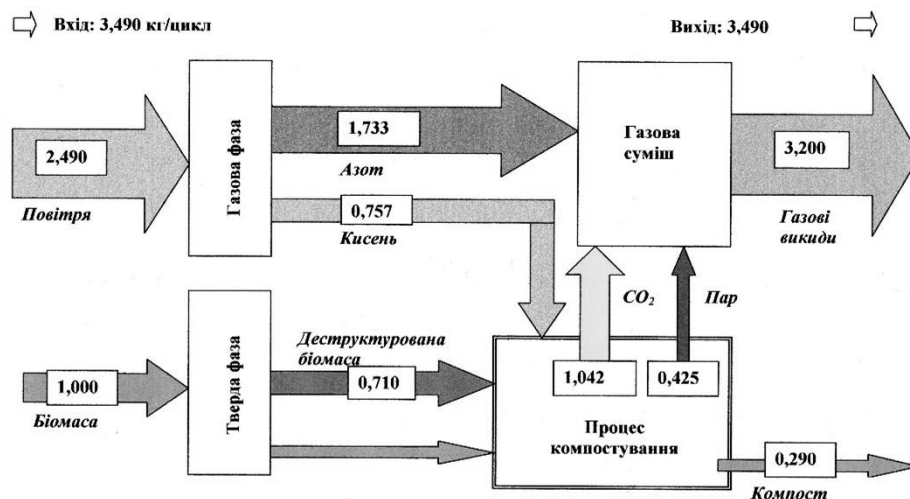
Одним із реальних шляхів збільшення виробництва органічних добрив є створення і впровадження технологій компостування різноманітних органічних відходів. Компостування – це керований процес зі створенням і підтримкою оптимальних умов для мікробіологічних процесів (вологості, температури, структури, складу і наявності поживних речовин) та мінімізацією терміну переробки відходів. Кінцевий продукт, компост вміщує найстабільніші органічні сполуки, продукти розкладу, біомасу мертвих мікроорганізмів, деяку кількість живих і продукти хімічної взаємодії цих компонентів [1, 5].

Компостування являє собою динамічний біотехнологічний процес, який протікає завдяки життєдіяльності консорціуму мікроорганізмів різних груп. У процесі компостування беруть участь багато видів бактерій – більш як 2000 і не менш як 50 видів грибів. Разом з тим аеробна переробка органомістких відходів дозволяє отримувати низькопотенційне тепло, яке доцільно та можливо використовувати в господарських цілях для зменшення енергозалежності та підвищення енергоефективності малих тваринницьких ферм [2, 3].

**Мета досліджень** – вивчення біотехнологічного процесу компостування органічних відходів в ізольованих реакторних системах.

**Матеріали та методика досліджень.** Дослідження біотермічного компостування проводилось за результатами власних експериментальних досліджень процесу компостування. Для цього була використана компостна система типу «бурт з примусовою аерацією», що є достатньо простою і недорогою. Показники визначали відповідно до вимог СОУ 74.3-37-268:2005 [4].

**Результати досліджень.** На основі досліджень був розроблений загальний масовий баланс ферментації (біотермічного окислення) в біоенергетичній установці з примусовою аерацією (рис. 1).



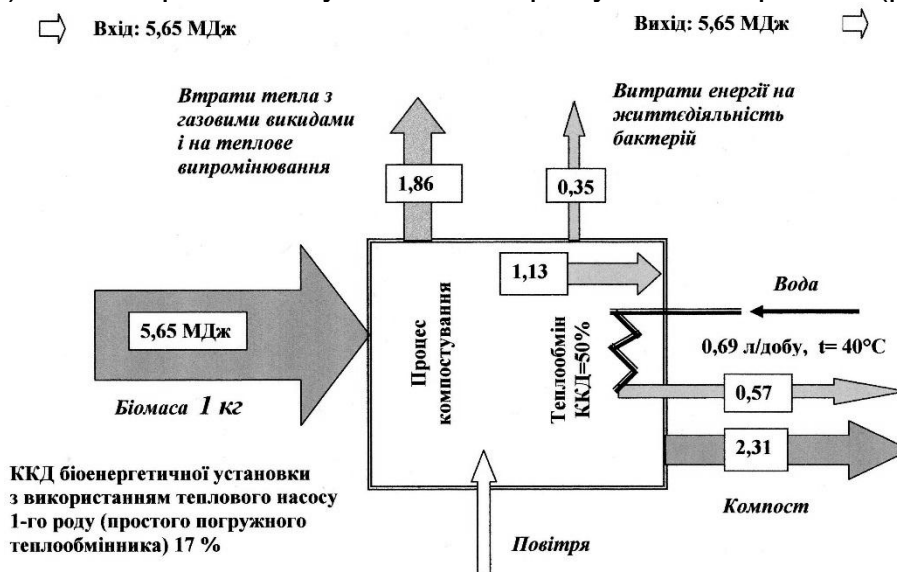
**Рис. 1. Загальний масовий баланс ферментації (біотермічного окислення) в біоенергетичній установці з примусовою аерацією**

На 1 кг біомаси вносили 2,490 повітря/цикл. Повітря 2,490 кг, що подається до біоенергетичної установки, розділяється у газовій фазі на 1,733 кг азоту, який переходить у газову суміш та кисень 0,757 кг, який безпосередньо бере участь у процесі компостування.

1 кг твердої біомаси втрачає 0,710 кг деструктованої біомаси, а залишається 0,290 кг компосту. Під час процесу компостування, беручи на вході 3,490 кг/цикл, несе втрати при випаровуванні CO<sub>2</sub> 1,042 кг та самого пару 0,425 кг, що в сумі дає газових викидів 3,200 кг, а органічного компосту залишається 0,290 кг.

Таким чином, під час компостування основні теплові втрати виходять з газовою фазою та паром, що свідчить про те, що потрібно вдосконалювати конструкції та способи компостування органічної маси.

Використовуючи аналітичні та експериментальні дані, зроблено загальний енергетичний баланс процесу ферментації (біотермічного окислення) в біоенергетичній установці з примусовою аерацією (рис 2).



**Рис. 2. Загальний енергетичний баланс процесу ферментації (біотермічного окислення) в біоенергетичній установці з примусовою аерацією**

Вихідні дані для розрахунку енергетичного балансу процесу ферментації (біотермічного окислення) в біоенергетичній установці з примусовою аерацією:

- енерговміст гнойової біомаси (вологістю 80%) – 0,42 МДж/кг;
- енерговміст наповнювача (соломи вологістю 14%) – 16,19 МДж/кг;
- енерговміст компостувальної суміші (вологістю 70%) – 5,65 МДж/кг;
- експозиція ферментації – 7 діб;
- робочий об'єм камери ферментації – 500 л;
- температура біомаси в процесі ферментації – 55,0 °С;
- температура повітря – 0,0 °С;
- температура газових викидів – 54,8 °С;
- початкова температура води – 12,0 °С;
- кінцева температура води – 40,0 °С;
- об'єм води, що нагрівається – 34,5 л / добу;
- питома теплоємність води – 4,19 кДж/(кг·град.);
- питома теплоємність повітря (газової фази) – 1,005 кДж/(кг·град.);
- питома теплоємність компосту – 2,00 кДж/(кг·град.);
- кількість теплоти, що виділяється з 1 кг компосту – 597 кДж.
- кількість теплоти, що необхідна для нагрівання компосту на 1 °С

розраховується за формулою:

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta T, \quad (1)$$

де  $c$  – питома теплоємність гнойової біомаси 1,73 кДж/(кг·К);

$m$  – маса одного кілограма компосту, кг;

$\Delta T$  – різниця кінцевої і початкової температур компостування, °С

Оскільки питома теплоємність біомаси наведена в Кельвінах, температуру компостування 71 °С переведемо в Кельвін  $t = 345,15$  °К.

$$Q = 1,73 \cdot 1 \cdot 345,15 = 597 \text{ кДж},$$

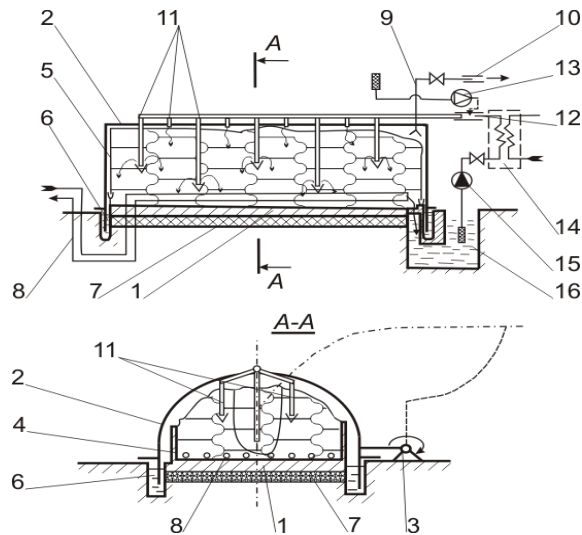
Аналогічно розраховуються інші показники, які впливають на процес біотермічного компостування.

Енерговміст компостувальної суміші (вологістю 70 %) з 1 кг – 5,65 МДж/кг, це ми маємо на вході. Під час процесу компостування з втратами тепла з газовими викидами при тепловому випромінюванні втрачається 1,12 МДж, на витрати енергії життєдіяльності бактерій 0,35 МДж, кількість тепла, що виділяється в процесі життєдіяльності бактерій становить 1,13 МДж.

Використовуючи процес біотермічного окислення 1 кг біомаси в біоенергетичній установці з примусовою аерацією на нагрівання води, маючи температуру компостування 55 °С, на добу 0,69 л води нагрівається до температури 40 °С.

На основі аналізу науково-технічної і патентної літератури, а також результатів експериментальних досліджень, нами розроблена конструкційна схема універсального твердофазного мікробіологічного реактора, який може працювати як у режимі анаеробної, так і в режимі аеробної ферментації твердих відходів.

Конструкцію універсального твердофазного мікробіологічного реактора та його виконання наведено на рис. 3.



**Рис. 3. Універсальний твердофазний мікробіологічний реактор (компостер з примусовою аерацією):**

1 - горизонтальний майданчик; 2 – корпус; 3 – шарнір; 4 – повздовжня перегородка; 5 – поперечна перегородка; 6 – гідродозатор; 7 – ґрунтова термоізоляція; 8 – внутрішній теплообмінник; 9 – патрубок відводу газової фази; 10 – гнучке з'єднання; 11 – подаючий патрубок з наконечником; 12 – муфта; 13 – повітряний компресор; 14 – зовнішній теплообмінник; 15 – насос; 16 – місткість для рідини

### **Висновки**

1. Для компостування багатокомпонентних сумішей з біомаси, крім традиційних систем буртів, доцільно використовувати твердофазні мікробіологічні аеробні реактори періодичної дії (пристрої для прискореної біотермічної ферментації), які оснащені системами примусової аерації і біофільтрування відпрацьованих газів.

2. Коефіцієнт корисної дії таких біоенергетичних установок за умов використання звичайних теплообмінників для нагріву води складає не менше 17 %, що свідчить про перспективи використання теплових насосів.

### **Список літератури**

1. Ляшенко О.О. Основні положення процесу прискореного біотермічного компостування сільськогосподарських органічних відходів // О.О. Ляшенко, Г.Є. Мовсесов / Зб. наук. праць ІМТ НААН «Механізація, екологізація та конвертація біосировини у тваринництві». – 2011. – 2(8). – С. 124-133.

2. Ляшенко А. Интегрированные биотехнологии ускоренной переработки отходов животноводства в экологически безопасные удобрения/ Ляшенко А. Мовсесов Г., Таргоня В. // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сіль. госп-ва України: Зб. наук. пр. / Укр. наук.-досл. ін-т з прогнозування та випробуванню техніки і технологій для с.-г. вир-ва ім. Леоніда Погорілого (УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого). – Дослідницьке, 2006. – Вип. 9(23).- Кн.2. – С.41-50

3. Техніка сільськогосподарська. Обладнання для видалення і переробки гною. Методи випробувань: СОУ 74.3-37-268:2005. – [Чинний від 2005-12-23]. – К.: Мінагрополітики України, 2005. – 102 с.

4. Пат. 21714 А Україна, С 02 F 11/04. Універсальний мікробіологічний реактор / Ткаченко С.І., Погорілий Л.В., Таргоня В.С., Ларюшкін Є.П., Клименко В.П. - № 96051922; заявл. 16.05.96; опубл. 20.01.98., Бюл. № 3.

5. Richard T.L. The kinetics of solid-state aerobic biodegradation: A dissertation in partial fulfillment of the requirements for the degree doctor of philosophy / Richard Thomas Lehman. – Cornell University. – 1997. – 380 p.

*Приведены результаты биоэнергетических исследований биотехнологического процесса компостирования сельскохозяйственных органических отходов в изолированных реакторных системах с принудительной аэрацией. Определены перспективы последующего разработки соответствующих технологий и оборудования для энергообеспечения сельскохозяйственного производства. Предложено технико-технологическое решение оборудования.*

**Биотермическое компостирование, реакторные системы, биоэнергетические исследования, технико-технологическое решение оборудования**

*The results of biotpower researches of biotechnological process of punching of organic agrowastes are resulted in the isolated reactor systems with forced аерацією, certainly prospects of subsequent development of the proper technologies and equipment for енергозабезпечення of agricultural production, mechanical and technological solution of equipment is offered.*

**Biotthermal punching, reactor systems, biotpower researches, mechanical and technological**