

УДК 66.012, 631.8, 662.76

**АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ З  
ПЕРЕРОБКИ ОРГАНІЧНИХ ВІДХОДІВ ВІД УТРИМАННЯ ВРХ НА  
МОЛОЧНОМУ КОМПЛЕКСІ**

*О.В. Шеліманова, кандидат технічних наук, доцент*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

*В. О.Кремньов, старший науковий співробітник*

*А.В. Ляшенко, старший науковий співробітник*

*В.В. Михалевич, науковий співробітник*

*М. С. Коханенко, молодший науковий співробітник*

*Інститут технічної теплофізики НАН України*

*e-mail: [shelemanova@ukr.net](mailto:shelemanova@ukr.net)*

**Анотація.** *Все більше накопичення органічних відходів в Україні, в тому числі і від тваринницьких та птахівничих підприємств, підвищує актуальність пошуку нових технологій їх переробки в альтернативні палива, біодобриво і ін..*

*Мета даного дослідження – аналіз даних, отриманих при спостереженні за процесом переробки гнійних зливів ВРХ на молочному комплексі для подальшого використання їх в розробці технічних рішень щодо способів та установок з переробки органічних відходів на біогаз та біодобриво.*

*В ході експерименту відбувався постійний відбір проб гнойових зливів по визначенню рН середовища, густини, органічної частини та загальний моніторинг роботи біогазового устаткування. Середні значення виробленого біогазу та відповідно електричної енергії за час спостережень були в межах 7,7 МВт на добу.*

*Постійний науковий супровід роботи біогазового комплексу сприяв своєчасному коректуванню параметрів для його стабільної роботи, а також розробці патентів на способи і установки з переробки органічних відходів на біогаз, біодобрива.*

**Ключові слова:** *велика рогата худоба (ВРХ), ресурсо- та енергоефективність, сухий гранулят, газифікація, біогаз, біодобрива*

**Актуальність.** *Україна має значний потенціал органічних відходів, які необхідно переробляти, зменшуючи тим самим негативний вплив на оточуюче середовище та підвищуючи енергетичну безпеку країни. За даними Держкомстату України [1] при утриманні ВРХ утворюється в середньому 65 – 70 млн. тонн*

органічних відходів за рік з них на підприємства галузі (тваринні комплекси) припадає 20 – 25 млн. тонн. Переробка цих відходів сприятиме не лише зменшенню їх негативного впливу на оточуюче середовище, але й підвищити енергетичну безпеку країни.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій** У світі існують різноманітні технології переробки зазначених вище відходів, наприклад, з виробництвом біогазу, генераторного газу та отриманням теплової і електричної енергії, органічних або органо-мінеральних добрив [2], біопалив, тощо.

В українському агропромисловому комплексі на сьогодні вже існують досить вдалі, хоча поки поодинокі, приклади впровадження біогазових установок [3] та комплексів (ТОВ «ЗОРГ УКРАЇНА»), а також практична апробація отримання генераторного газу з органічних відходів птахофабрик (нативний послід). Тому для більш широкого впровадження приведених технологій та обладнання, їх економічної доцільності, необхідний комплексний підхід з різних сторін (замовник, підрядник, держава, наукові установи та інш.). Дуже важливим є науковий супровід даних робіт від початку запуску до виходу на усталений режим роботи обладнання, а також практична апробація отриманих наукових результатів на підприємствах України.

В ІТТФ НАН України довгий час проводяться дослідження з переробки органічних відходів ВРХ [5, 6] та птахопідприємств в кінцевий готовий продукт [7]. Одним з таких способів є використання установки сумісних процесів сушіння та подрібнення [8].

Разом з компанією ТОВ «Наша-Енергія» був проведений цикл робіт з можливості газифікації готового продукту на основі курячого посліду основою для цих робіт в напрацюванні гранульованого продукту для газифікації лягли наступні роботи [9].

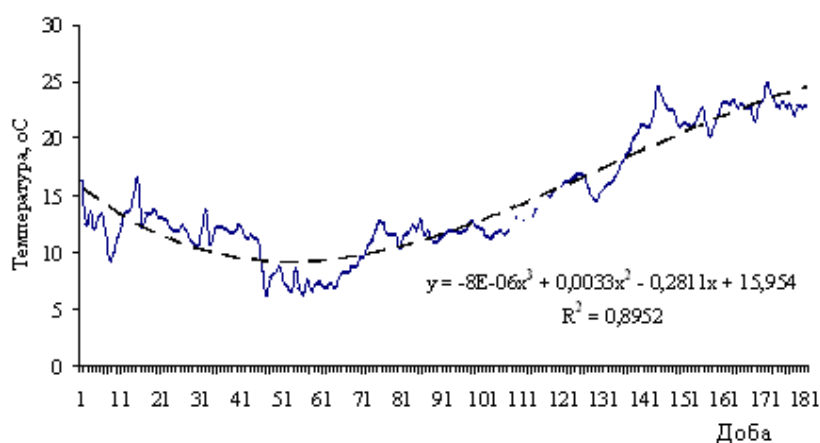
Відомо, що газифікація біомаси є одним з найбільш дешевих та екологічно безпечних способів отримання електричної та теплової енергії. Існує два прямих способи одержання газу з біомаси – мікробіологічний та термічний (піролітичний).

До гідних якостей газифікації біомаси перед прямим спалюванням слід віднести незначну кількість речовин, які забруднюють навколишнє середовище (наприклад  $\text{NO}_x$ ), тобто сприятливі екологічні показники в порівнянні з іншими енергетичними технологіями [4].

**Мета дослідження** – аналіз даних, отриманих при спостереженні за процесом переробки гнійних зливів ВРХ на молочному комплексі, для подальшого використання їх в розробці технічних рішень щодо способів та установок з переробки органічних відходів на біогаз та біодобриво.

**Матеріали та методи дослідження.** Практичною апробацією даних, отриманих авторами раніше та викладених у статті [10], був науковий супровід робіт по договору співдружності з компанією ТОВ «ЗОРГ-УКРАЇНА» з переробки гнойових зливів ВРХ на молочному комплексі в с. В. Крупіль, Київської обл. В ході експерименту відбувався постійний відбір проб гнойових зливів по визначенню рН середовища, густини, органічної частини та загальний моніторинг роботи біогазового комплексу.

**Результати досліджень та їх обговорення.** На рис 1 – 4 представлені результати роботи біогазового комплексу за 1-е півріччя 2011 р.



**Рис. 1. Зміна температури у приймальному резервуарі у 1-му півріччі 2011 р.**

В зимовій період (25 – 60 доба) для підтримки технології роботи ферментатора умисно доливали кожної доби (в 8, 16 та 24 годину) по  $20 \text{ м}^3$  початкового розчину

(всього 60 м<sup>3</sup> за добу) щоб не втратити життєдіяльність культури в ферментаторі тому, що температура початкового розчину в приймальному резервуарі була низькою (8 – 9 °С) (рис. 1).

Температура теплоносія з когенераційної станції яка подавалась у ферментаторі також знижувалась (рис. 2) з 65 °С до 60°С і відповідно (рис.3) температура культурального розчину в ферментаторах була в межах 32 – 33 °С.

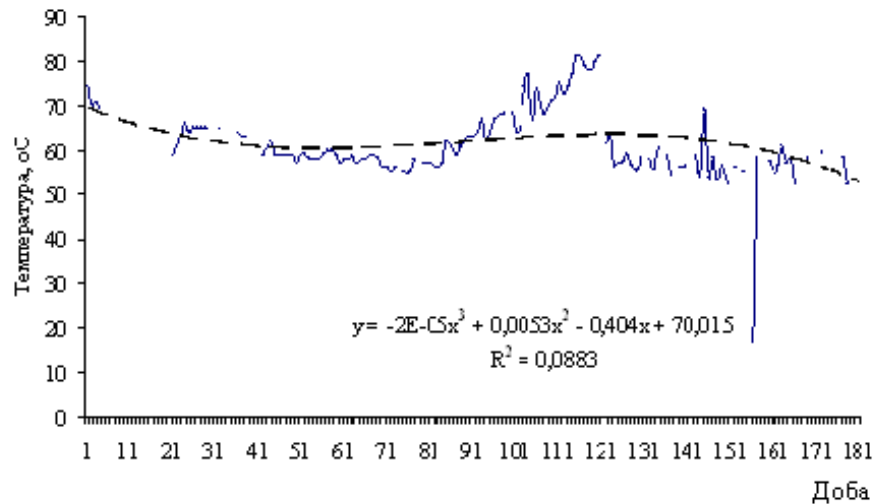


Рис. 2. Зміна температури теплоносія в 1-му півріччі 2011 р.

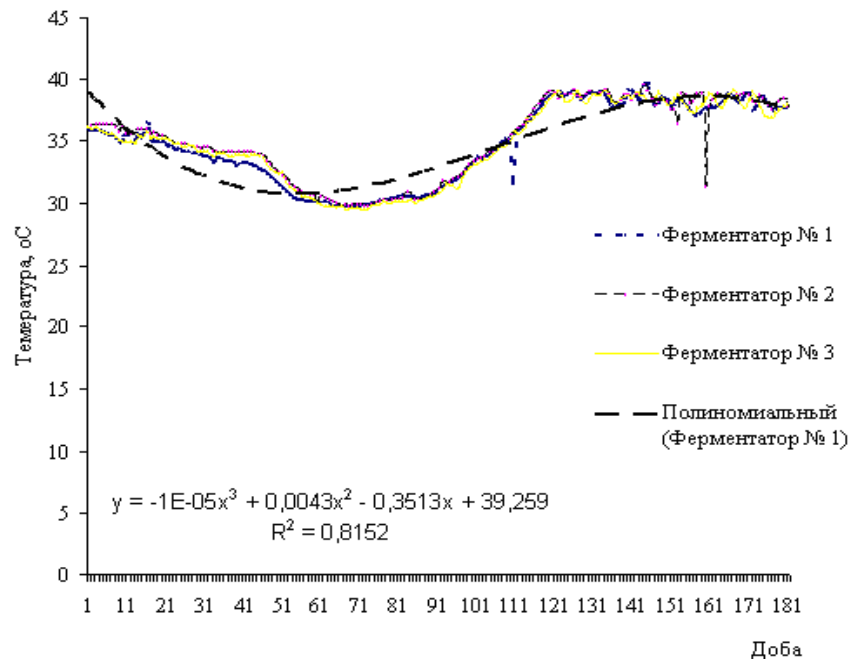
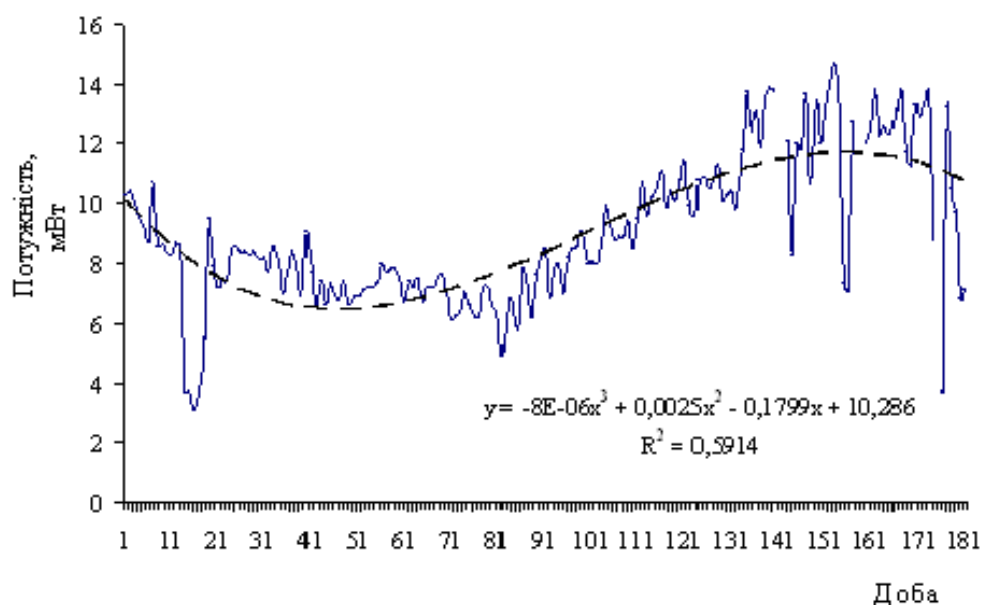


Рис. 3. Зміна температури у ферментаторах у 1-му півріччі 2011 р.

Аналіз фізико-механічних властивостей культурального розчину показував, що в цей період деструкція органічної маси відбувалась на рівні: 1-й ферментатор – 17,9%; 2-ий ферментатор – 11,96%; 3-й – 14,3% відповідно. При цьому кількість органічної маси в розчині, що доливався. в розрахунку на абс. сухі, становила 35,3 кг/м<sup>3</sup>, але низька температура в приймальному резервуарі та ферментаторах не сприяла інтенсивній життєдіяльності культури. Таким чином середні значення виробленого біогазу та відповідно електричної енергії були в межах (рис. 4) 7,7 МВт на добу.



**Рис. 4. Зміна потужності виробленої електричної енергії за 1-е півріччя 2011 р.**

На прикладі роботи ферментатора в червні (150 – 180 доба (рис. 1)) коли температура в ферментаторах відповідала нормі (38,5°C) загрузку проводили (в 2, 8, 14 та 20 годинах) чотири рази на добу по 28 м<sup>3</sup>, всього 112 м<sup>3</sup> за добу на кожній ферментатор. Культура була активна, що дозволяло нормативну кількість гнойових стоків передавати на ферментацію кожної доби. Деструкція органічної маси в ферментаторах збільшилась і становила в межах 30 – 35%, а вироблена кількість біогазу дозволяла в середньому отримувати 12 – 13 МВт за добу (рис. 4).

### **Висновки і перспективи.**

1. Аналіз літературних джерел показує перспективність переробки органічних відходів ВРХ та птаховиробництва з використанням новітнього обладнання і технологій та створенні на їх основі готового продукту для подальшого його використання в процесах газифікації та отримання електричної енергії.

2. Проведені дослідження показали, що сировина з додаванням тирси в кількості 10 – 12% (мас.) придатна до газифікації з усталеним режимом роботи міні електростанції.

3. Постійний науковий супровід роботи біогазового комплексу сприяв своєчасному коригуванню для його сталої роботи, в розробці технічних рішень щодо способів та установок переробки органічних відходів на біогаз, біодобриво.

### **Список літератури**

1. Сайт: <http://www.ukrstat.gov.ua/>
2. Бацман В. Е. Технология промышленной сушки помета и повышение эффективности его использования / В. Е. Бацман. – К.: «Урожай», 1974. – 53 с.
3. Єрмоленко В. О. Біологічно активні добрива (технологія виробництва) / В. О. Єрмоленко. – К.: Науково – виробничий центр СТ «Вибір», 2002. – 151с.
4. Пат. 64019 України на корисну модель, МПК С02F 11/04 (2006.01). Модульна установка для одержання біогазу та біодобрив з органічних відходів / Процишин Б. М., Аксюттов І. О., Бабкін Я. В., Боровинський Ю. А., Михалевич В. В.; заявник та власник Інститут технічної теплофізики. – № 2011 04252; заявка 07.04.2011; опубл. 25.10.2011, Бюл. № 20.
5. Пат. 64020 України на корисну модель, МПК С02F 11/00 (2011.01). Спосіб одержання біогазу та біодобрива з органічних відходів / Процишин Б. М., Аксюттов І. О., Бабкін Я. В., Боровинський Ю. А., Михалевич В. В.; заявник та власник Інститут технічної теплофізики. – 2011 04253; заявка 07.04.2011; опубл. 25.10.2011, Бюл. № 20.
6. Ляшенко А. В. Интенсификация процесса тепломассообмена при сушке термолабильных пастообразных материалов / А. В. Ляшенко, Б. Н. Процышин, П. В. Гордиенко, Н. У. Фищук // Промышленная теплотехника. – 2008. – Т. 30, №1. – С. 46 – 49.
7. Пат. 49454 України на корисну модель, МПК F26В 17/18 (2006.01). Сушарка для пастоподібних матеріалів / Процишин Б. М., Михалевич В. В., Ляшенко А. В.; заявник та власник Інститут технічної теплофізики. – № 2009 12497; заявка 03.13.2009; опубл. 26.04.2010, Бюл. № 5.

8. Пат. 81996 України на корисну модель, МПК C05F 3/00 (2013.01). Спосіб переробки курячого посліду на підстилці / Тимошенко А. В., Кремньов В. О., Михалевич В. В., Ляшенко А. В.; заявник та власник Інститут технічної теплофізики. - № 2013 03420; заявка 20.03.2013; опубл. 10.07.2013, Бюл. № 13.

9. Бойлз Д. М. Биоэнергия: технология, термодинамика. Издержки. / Д. М. Бойлз. – М.: Агропромиздат, 1987. – 187 с.

10. Шеліманова О.В. Апробація виробництва сухого гранулята з нативного курячого посліду з подальшим його використанням для отриманні генераторного газу та електроенергії / О. В. Шеліманова, В. О. Кремньов, А. В. Ляшенко, В. В. Михалевич, М. С. Коханенко // Енергетика і автоматика. – 2018. – № 5. – С. 149 - 157.

### References

1. [www.ukrstat.gov.ua](http://www.ukrstat.gov.ua).

2. Batsman, V. Ye. (1974). Tekhnologiya promyshlennoy sushki pometa i povysheniye effektivnosti yego ispol'zovaniya [Technology of industrial drying of manure and increase of its use efficiency]. Kyiv: Urozhay, 53.

3. Ermolenko, V. O. (2002). Biologichno aktivni добрива (texnologiya virobництва) [Biologically active fertilizers (production technology)]. Kyiv: Naukovo – virobничий centr st «Vibir», 151.

4. Pat. 64019 України на корисну модел', МПК C02F 11/04 (2006.01). Modul'na ustanovka dlja oderzhannja biogazu ta biodobriv z organichnih vidhodiv [Module plant for biogas and bio-fertilizer from organic waste]. Procishin, B. M., Aksjutov, I. O., Babkin, Ja. V., Borovins'kij, Ju. A., Mihalevich, V. V.; заявник та власник Інститут технічної теплофізики. – № 2011 04252; заявка 07.04.2011; опубл. 25.10.2011, Бюл. № 20.

5. Pat. 64020 України на корисну модел', МПК C02F 11/00 (2011.01). Sposib oderzhannja biogazu ta biodobriv z organichnih vidhodiv [A method for producing biogas and biofuels from organic waste]. Procishin, B. M., Aksjutov, I. O., Babkin, Ja. V., Borovins'kij, Ju. A., Mihalevich, V. V.; заявник та власник Інститут технічної теплофізики. – 2011 04253; заявка 07.04.2011; опубл. 25.10.2011, Бюл. № 20.

6. Ljashenko, A. V., Procyshin, B. N., Gordienko, P. V., Fishhuk, N. U. (2008). Intensifikacija processa teplomassoobmena pri sushke termolabil'nyh pastoobraznyh materialov [Approval of results of experimental investigations on processing of organic wastes of cattle and birds on enterprises of Ukraine]. Promyshlennaja teplotehnika, 30 (1), 46 – 49.

7. Pat. 49454 України на корисну модел', МПК F26B 17/18 (2006.01). Susharka dlya pastopodібnikh materialів [Drying agent for paste-like materials]. Protsishin, B. M., Mikhalevich, V. V., Lyashenko, A. V.; заявник та власник Інститут технічної теплофізики. – № 2009 12497; заявка 03.13.2009; опубл. 26.04.2010, Бюл. № 5.

8. Pat. 81996 України на корисну модел', МПК C05F 3/00 (2013.01). Sposib pererobki kurjachogo posludu na pidstilci [Method of processing chicken litter on litter]. Timoshenko, A. V., Kremn'ov, V. O., Mihalevich, V. V., Ljashenko, A. V.; заявник та власник Інститут технічної теплофізики. - № 2013 03420; заявка 20.03.2013; опубл. 10.07.2013, Бюл. № 13.

9. Bojzl, D. M. (1987). Bioenergiya: tehnologiya, termodinamika. Izderzhki [Bioenergy: technology, thermodynamics. Costs]. Moskow: Agropromizdat, 187.

10. Shelimanova, O. V., Kremnov, V. O., Liashenko, A. V., Mykhalevych, V. V., Kokhanenko, M. S. (2018). Aprobatsiia vyrobnytstva suchoho hranuliata z natyvnoho kuriachoho poslidu z podalshym yoho vykorystanniam dlia otrymanni heneratornoho hazu ta elektroenerhii [Approbation of production of dry granulate from native chicken litter with its subsequent use for obtaining generator gas and electric power]. Enerhetyka i avtomatyka, 5, 149-157.

## **АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ С ПЕРЕРАБОТКИ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ ОТ СОДЕРЖАНИЯ КРС НА МОЛОЧНОМ КОМПЛЕКСЕ**

***Е. В. Шелиманова, В. О. Кремнёв, А. В. Ляшенко, В. В. Михалевич,  
М. С. Коханенко***

**Аннотация.** *Все большее накопление органических отходов в Украине, в том числе и от животноводческих и птицеводческих предприятий, повышает актуальность поиска новых технологий их переработки в альтернативные топлива, биоудобрение и др. Цель данного исследования - анализ данных, полученных при наблюдении за процессом переработки гнойных сливов КРС на молочном комплексе для дальнейшего использования в разработке технических решений по способам и установкам по переработке органических отходов в биогаз и биоудобрение. В ходе эксперимента происходил постоянный отбор проб навозных сливов по определению рН среды, плотности, органической части и общих мониторинг работы биогазового оборудования. Средние значения производимого биогаза и соответственно электрической энергии за время наблюдений были в пределах 7,7 МВт в сутки. Постоянный научное сопровождение работы биогазового комплекса способствовал своевременной корректировке параметров для его стабильной работы, а также разработке патентов на способы и установки по переработке органических отходов в биогаз, биоудобрения.*

**Ключевые слова:** *крупный рогатый скот (КРС), ресурсоэнергоэффективность, сухой гранулят, газификация, биогаз, биоудобрения*

## **ANALYSIS OF THE RESULTS OF EXPERIMENTAL RESEARCHES ON THE PROCESSING OF ORGANIC WASTE FROM CATTLE SUPPORT IN THE DAIRY COMPLEX**

***O. Shelimanova, V. Kremnev, A. Liashenko, V. Mihalevich, M. Kohanenko***

**Abstract.** *Increasing the accumulation of organic waste in Ukraine, including from livestock and poultry enterprises, raises the urgency of finding new technologies for their processing into alternative fuels, biofuels, etc. The purpose of this study is to analyze the data obtained from the monitoring of the processing of purulent cattle discharges in the milk complex for further use in developing technical solutions for methods and installations for the processing of organic waste into biogas and biofuels. During the experiment there was a constant selection of samples of puddles in order to determine the*



*pH of the medium, density, organic part and overall monitoring of biogas equipment. The average values of produced biogas and, respectively, electric energy during the observations were 7.7 MW per day. Constant scientific support of the biogas complex contributed to the timely adjustment of parameters for its stable operation, as well as the development of patents for methods and installations for the processing of organic waste into biogas, biofertilizers.*

**Keywords:** *cattle (cattle), resource and energy efficiency, dry granulates, gasification, biogas, biofertilizers*