

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, УКРАЇНА
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ШТАТУ ПЕНСІЛЬВАНІЯ, США
УНІВЕРСИТЕТ ВІТОВТА ВЕЛИКОГО, ЛИТВА
НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ ДОСЛІДНИЦЬКО-ІННОВАЦІЙНИЙ ЦЕНТР
ІНСТИТУТУ АГРОІНЖЕНЕРІЇ, УГОРЩИНА
ДОСЛІДНИЦЬКИЙ ІНСТИТУТ АГРОІНЖЕНЕРІЇ, ЧЕСЬКА РЕСПУБЛІКА
ІНСТИТУТ ВІДНОВЛЮВАНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ НАН УКРАЇНИ
БІОЕНЕРГЕИЧНА АСОЦІАЦІЯ УКРАЇНИ
НАУКОВО-ІННОВАЦІЙНИЙ ІНСТИТУТ ІНЖЕНЕРІЇ АГРОПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА
ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ
ФАКУЛЬТЕТ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ЕНЕРГЕТИКИ

IV МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА
КОНФЕРЕНЦІЯ
«Біоенергетичні системи»
МАТЕРІАЛИ



29 травня 2020
Житомир, Україна

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE
POLISSIA NATIONAL UNIVERSITY, UKRAINE
NATIONAL UNIVERSITY OF LIFE AND ENVIRONMENTAL
SCIENCES OF UKRAINE
THE PENNSYLVANIA STATE UNIVERSITY DEPARTMENT, USA
VYTAUTAS MAGNUS UNIVERSITY, LITHUANIA
NATIONAL AGRICULTURAL RESEARCH AND INNOVATION CENTER
INSTITUTE OF AGRICULTURAL ENGINEERING, HUNGARY
RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURAL ENGINEERING,
CZECH REPUBLIC
INSTITUTE OF RENEWABLE ENERGY OF THE NAS OF UKRAINE
BIOENERGY ASSOCIATION OF UKRAINE

IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND PRACTICAL
CONFERENCE
“Bio-energy Systems”
PROCEEDINGS



May 29, 2020
Zhytomyr, Ukraine

УДК 620.91:338.439.02

Б63

Рекомендовано до друку Вченою радою Житомирського національного агроекологічного університету, протокол № 10 від 27 травня 2020 р.

ISBN 978-617-7684-36-6

Б63. *Біоенергетичні системи*: Матеріали IV міжнародної науково-практичної конференції «Біоенергетичні системи», 29 травня 2020 р. – Житомир: Поліський національний університет, 2020. – 242 с.

Bio-energy Systems: Proceedings IV International Scientific and Practical Conference, May 29, 2020. – Zhytomyr (Ukraine): Polissia National University, 2020. – 242 p.

До збірника увійшли матеріали доповідей учасників IV Міжнародної науково-практичної конференції «Біоенергетичні системи». Висвітлено результати наукових досліджень та практичний досвід щодо вирішення актуальних програм розвитку біоенергетичних систем та комплексів.

Матеріали рекомендовано для науковців, викладачів, фахівців підприємств, аспірантів та студентів.

Відповідальність за зміст поданих матеріалів, точність наведених даних та відповідність принципам академічної доброчесності несуть автори. Зміст даної книги є виключно відповідальністю авторів.

Передрук, тиражування, розповсюдження інформації без дозволу Поліського національного університету забороняється.

Відповідальні за випуск:

Савелій Кухарець – директор НІІ інженерії агропромислового виробництва та енергоефективності Поліського національного університету, д.т.н., професор;

Олександр Медведський – секретар НІІ інженерії агропромислового виробництва та енергоефективності Поліського національного університету, к.т.н., ст. викл.

ISBN 978-617-7684-36-6

© Колектив авторів, 2020

© Вид-во «Поліського університету», 2020

Науковий комітет

Олег Скидан – ректор Поліського національного університету університету, д.е.н., професор;

Людмила Романчук – проректор із наукової роботи та інноваційного розвитку Поліського національного університету, д.с.-г.н., професор;

Геннадій Голуб – професор кафедри тракторів, автомобілів та біоенергосистем НУБіП, д.т.н., професор;

Степан Кудря – професор, д.т.н., директор інституту відновлюваної енергетики НАН України;

Григорій Гелетуха – голова правління Біоенергетичної асоціації України;

Egidijus Šarauskis – Full member of the Lithuanian Academy of Sciences, professor, Director of Institute of Agricultural Engineering and Safety of Vytautas Magnus University, Lithuania;

Daniel Edward Ciolkosz – PH.D., P.E., Assistant Research Professor of Agricultural and Biological Engineering, The Pennsylvania State University, Department of Agricultural and Biological Engineering, Co-Director, Penn State Center for Biorenewables, USA;

Petr Jevič – CSc, prof. h.c. Research Institute of Agricultural Engineering, p.r.i., Czech Republic

Jonas Čėsna – assoc. prof. dr., faculty of Agricultural Engineering, Agriculture Academy of Vytautas Magnus University, Lithuania;

Szalay Kornél – dr., National Agricultural Research and Innovation Center Institute of Agricultural Engineering, Hungary;

Іван Грабар – зав. кафедри процесів, машин та обладнання в агроінженерії, д.т.н., професор;

Валерій Журавльов – зав. кафедри вищої та прикладної математики, д.ф.-м.н., професор;

Савелій Кухарець – директор III інженерії агропромислового виробництва та енергоефективності Поліського національного університету, д.т.н., професор;

Богдан Шелудченко – професор кафедри механіки та інженерії агроєкосистем, к.т.н., професор.

Організаційний комітет

Ярослав Ярош – декан факультету інженерії та енергетики Поліського національного університету, д.т.н, доцент;

Олександр Медведський – секретар III інженерії агропромислового виробництва та енергоефективності Поліського національного університету, к.т.н., ст. викл.;

Олександр Ковальчук – декан факультету обліку та фінансів, к.е.н., доц.

Олена Сукманюк – заступник декана факультету інженерії та енергетики, к.і.н., доцент;

Наталія Цивенкова – заступник декана факультету інженерії та енергетики з наукової роботи, к.т.н., доцент;

Василь Савченко – зав. кафедри машиновикористання та сервісу технологічних систем, к.т.н., доцент;

Юрій Гончаренко – зав. кафедри електрифікації, автоматизації виробництва та інженерної екології, к.т.н., доцент;

Олег Плужніков – інженер кафедри механіки та інженерії агроєкосистем;

Віктор Білецький – доцент кафедри машиновикористання та сервісу технологічних систем, к.т.н., доцент

ЗМІСТ

Автори/Authors	Назва/Title	С./P.
<i>Daniel Ciolkosz, Savelii Kukharets, Jaya Tripathi</i>	Torrefied Biomass in a Ukrainian Biofuel Production System	9
<i>Georgii Geletukha, Semen Drahniev, Tetiana Zheliezna, Anatolii Bashtovyi</i>	Analysis of Corn Residues Harvesting Technologies for Energy Facilities	14
<i>Petr Jevič, Gennadii Golub, Antonín Machálek Jiří Souček</i>	Development of the Process of Plant Biomass Pyrolysis in Agroecosystems	18
<i>Скидан О.В., Кухарець С.М., Ярош Я.Д., Ковальчук О.Д.</i>	Космічні системи в аграрному виробництві	21
<i>Кваша С.М., Мельник Н.В.</i>	Дослідження ланцюгу виробництва та поставок біоетанолу з сільсько-господарських енергетичних культур в Україні	24
<i>Georgii Geletukha, Tetiana Zheliezna, Semen Drahniev, Anatolii Bashtovyi</i>	Long-Term Strategy of Bioenergy Development in Ukraine	29
<i>Bratishko V. V., Rebenko V. I., Shulga S. M., Tigunova O. A.</i>	Perspective Ways to Increase the Feed and Energy Value of Plant Raw Materials	33
<i>Romasevych Yu. O., Loveikin V. S., Liashko A. P.</i>	Converting a Matrix Transfer Function Into the System of Differential Equations (Illustrated By Wood-Berry Column)	37
<i>Romasevych Yu. O., Loveikin V. S., Mushtyn D. I.</i>	Experimental Data Processing Technique	39
<i>Andrii Zabrodskiyi, Egidijus Šarauskis, Antanas Juostas, Sidona Buragienė, Savelii Kukharets</i>	Ущільнення ґрунту – актуальна проблема аграріїв всього світу	41
<i>Г.А. Голуб, О.А. Марус</i>	Розробка біогазового реактора обертового типу для твердофазної ферментації	46
<i>Теслюк В.В.,</i>	Індуктори резистентності на основі хітинових похідних в органічному вирощуванні рослинницької продукції	48
<i>Теслюк В.В.</i>	Передпосівний обробіток важких ґрунтів для сівби цукрових буряків	51
<i>Журавель Д.П.</i>	Концепція енергетичного та кормового забезпечення виробництва продукції тваринництва	53

<i>Абдулін М.З., Кільницька К.О.</i>	Проблеми та тенденції розвитку енергоспоживання на основі відновлюваних джерел енергії в Україні	56
<i>Климчук О.В.</i>	Управлінські засади формування сучасної політики енергетичної безпеки держави	61
<i>Грабар І.Г., Грабар О.І., Крилов А.В., Кіриєнко М.О.,</i>	Сучасні ІТ-інструменти в моделюванні процесів живої і неживої природи	67
<i>Грабар І.Г., Солом'яний О.С., Павлишин О.О.</i>	Система альтернативного постачання електроенергії родової садиби (САПЕРС)	70
<i>Е.Б. Алієв, О.Ю. Алієва, Р.Д. Малєгін</i>	Результати чисельного моделювання кавітаційного диспергатора-гомогенізатора сільськогосподарської сировини рослинного походження	76
<i>Теслюк В.В., Ікальчик М.І., Мироненко І.Г.</i>	Мікобіопреарати в технологіях захисту культурних рослин від хвороб	81
<i>Барановський В.М., Теслюк В.В., Вечера О.М., Долюк В.М.</i>	Аналіз та удосконалення копіра апарата водіння коренезбиральної машини	83
<i>Лімонт А.С.</i>	Про відродження льонарства в Україні та попередники як фактор і складова технології виробництва льону-довгунця	85
<i>Ярош Я.Д., Самчик Р.В.</i>	Структура автономного аграрного виробництва	89
<i>Грабар І.Г., Андросович І.С., Казанцев М.С.</i>	Шляхи підвищення надійності модернізованих машин	92
<i>Ємець Б.В., Мандра В.В.</i>	Оптимізація параметрів та обґрунтування конструкцій пристроїв фільтрування гідравлічної системи коробки передач трактора	95
<i>Краснолуцький П.П., Романишин О.Ю.</i>	До обґрунтування орієнтації лопаті низькооборотної мішалки метантенка	99
<i>Яненко Є.О., Савченко В.М.</i>	Визначення показників надійності відцентрового насоса	104
<i>Волоха М.П</i>	Напрями розробки і удосконалення сучасної збиральної техніки щодо покращення якості бурякоцукрової сировини	108
<i>Морговський С.М., Савченко Л.Г.</i>	Порівняльна характеристика впливу різних джерел асиміляційного освітлення на вегетацію рослин в захищеного ґрунту	112
<i>Полевода Ю.А.</i>	Гліцериномісткі поверхнево-активні речовини в харчовому виробництві	114

<i>Савченко О.В., Савченко Л.Г.</i>	Гігієнічна оцінка впливу мікроклімату в теплиці на виробничий персонал	117
<i>Скляр Р.В.</i>	Особливості анаеробної ферментації різних видів тваринницьких відходів	120
<i>Паламарчук В.Д., Кричковський В.Ю.</i>	Перспективи використання дигістату для підвищення ефективності біогазових комплексів	124
<i>Шелудченко Б.А., Кухарець С.М., Білецький В.Р., Плужников О.Б.</i>	Перспективи використання вітрогенераторних електростанцій в умовах природно-техногенних геоекосистем України	129
<i>Скляр О.Г., Скляр Р.В.</i>	Біогазові станції як екологічно безпечний засіб переробки відходів	132
<i>Бевз О.С.</i>	Показники моніторингу посух в сільському господарстві за допомогою космічних технологій	136
<i>Ярош Я.Д., Кухарець М.М., Ліщук А.В.</i>	Методика виконання досліджень параметрів газогенераторів	139
<i>Тетерук О.Р., Тетерук О.О.</i>	Доцільність вирощування біоенергетичних сортів верби на радіоактивно забруднених територіях	140
<i>Ярош Я.Д., Марчук І.В.</i>	Схема виробництва біодизеля із аграрного вороху	147
<i>Кухарець Савелій, Гнатюк Микола, Шуляк Ольга, Ніколайчук Володимир</i>	Моніторинг стану сонячних панелей за допомогою тепловізора	149
<i>Рассадакіна М.В.</i>	Про рівномірно узагальнено напівнеперервні функціонали	152
<i>Т.Л. Коваль,</i>	Про точність нормальної апроксимації оцінки найменших квадратів для слабо асоційованих випадкових полів	155
<i>Соколовський О.Ф., Поліщук П.А.</i>	Моніторинг фотоелектричних систем	158
<i>Соколовський О.Ф. Бондарчук В.В.</i>	Засоби проектування сонячних електростанцій	162
<i>Нікуленкова Т.В., Азаров М.В.</i>	Встановлення сучасних електрофільтрів на тес для зменшення викидів шкідливих речовин у повітря	166
<i>Вовк В.Ю.</i>	Використання безвідходних технологій як фактор забезпечення екологізації сільського господарства	169
<i>Овдіюк В.М.</i>	Сучасні технологічні проблеми функціонування рас	173
<i>Сукманюк О.М., Венгер П.В.</i>	Ресурсозберігаюча технологія виробництва крупи із зернових культур	177
<i>Сукманюк О.М., Ковальчук Ю.М.</i>	Математична модель руху зернівки по нахиленій площині сепарувальної машини	181
<i>Сукманюк О.М., Мальцев Д.О.</i>	Обґрунтування системи автонапування великої рогатої худоби	184
<i>Лаврищев О.О., Сукманюк О.М., Тарасюк О.В.</i>	Вплив конструкції електрофільтра на ефективність очищення повітря у тваринницькому приміщенні	186

<i>Дерев'янюк Д.А., Кирилюк О.В.</i>	Встановлення фракційного складу компонентів вихідної зернової суміші для аеродинамічного сепаратора сад-4	189
<i>Медведський О.В., Коваль В.В.</i>	Покращення транспортувальних характеристик колекторів доїльних апаратів	191
<i>Коваль В.В.</i>	Оцінка конструкційно-технологічних рішень колекторів доїльних апаратів	193
<i>Єременко О.І., Войналович О.В.</i>	Технічні засоби безпеки на пелетному виробництві	196
<i>Купчук І.М., Андронік В.П.</i>	Перспективи підвищення ефективності функціонування систем акумулювання енергії в галузі вітроенергетики	199
<i>Поліщук В.М., Білецький В.Р.</i>	Оцінка виходу біогазу при сумісному зброджуванні гною великої рогатої худоби з фузом	204
<i>Задорожний І.С., Кравчук Д.О.</i>	Аналіз шляхів підвищення надійності збиральних машин	206
<i>Домінський В.О.</i>	Особливості використання дизельного біопалива в системах живлення common-rail	208
<i>Смолінський С.В.</i>	Аналіз стратегій роботи зернозбирального комбайна в процесі збирання зернових культур	211
<i>Забродський П.М., Шелудченко Б.А.</i>	Дослідження факторів впливу на траєкторію руху частинок ґрунту при обробітку дисковими робочими органами	214
<i>Єременко О.І., Войналович О.В., Лись О.М.</i>	Аналіз небезпек і шкідливостей на виробництві паливних брикетів з біомаси	217
<i>Tryboi O. V.</i>	Prospects of Growing Energy Crops on Marginal Lands for the Production of Heat in Ukraine	220
<i>Erdei A.</i>	The Future of the Railways in Hungary: More Green Electrification, Less Diesel	223
<i>А.В.Новицький, С.З.Хмельовська, А.М.Хмельовський</i>	Напрями забезпечення працездатності машин та обладнання лісового комплексу	228
<i>В.І.Мельник, Ю.Ю.Бабіюк</i>	Світовий досвід формування системи захисту та покращення ґрунтів аграрного призначення	230
<i>Токарчук D.</i>	Systems Based on Organic Waste of the Agricultural Sector Bioenergy	233
<i>Ярош Я.Д., Кондратюк А.М.</i>	Особливості використання компактних ґрунтообробних знарядь	236

УДК: 631.86:631.371:620.92:633/635

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ДИГІСТАТУ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ БІОГАЗОВИХ КОМПЛЕКСІВ

*Паламарчук В.Д., кандидат сільськогосподарських наук, доцент
Кричковський В.Ю., директор ТОВ «Органік-Д», здобувач
Вінницький національний аграрний університет*

Використання органічних добрив обумовлюється їх не високою вартістю, порівняно із синтетичними добривами та високою ефективністю за рахунок вмісту макро- та мікроелементів. Наявність у складі органічних добрив корисних мікроорганізмів та поживних речовин підвищує родючість ґрунту та вміст гумусу [1, 2].

Тривале використання мінеральних добрив сприяє мінералізації органічної речовини та зменшенню гумусу, а як відомо [2] у гумусі містяться мікро- і макроелементи, фізіологічно активні речовини, крім того гумус як губка вибирає пестициди і важкі метали. Якщо оцінювати записи елементів живлення у ґрунті, можна відмітити, що у гумусі знаходиться близько 97-99% запасів азоту та 60% фосфору. Вміст гумусу визначає основні агрономічно-цінні властивості ґрунту, а за рахунок вмісту структуроутворюючих елементів кальцію та магнію – його водні та повітряні властивості [1, 2].

Одним із резервів підвищення вмісту гумусу є використання біоорганічних добрив із позитивними агрохімічним та мікробіологічним складом, які отримуються шляхом ферментації відходів тваринництва (свиногого гною) у біогазових установках. Об'єм газу, який можуть дати всі свиноферми країни рік, 101868000 м³ [3]. В процесі зброджування відходів тваринництва виділяється біогаз у якому вміст метану становить 60-65% [4]. В Україні за рахунок використання відходів тваринництва може покриватись 4-8% внутрішньої потреби у енергії [5].

Інвестиційний період для будівництва біогазової станції (заводу) й проведення підготовчих робіт для початку виробництва біогазу і біоорганічних добрив становить 12 місяців. При цьому період окупності знаходиться в межах від 2,6 до 3,9 років [5].

В зв'язку із цим дослідження в даному напрямі є актуальними та перспективними для сучасного аграрного сектору, оскільки вирішують екологічну проблему утилізації відходів тваринництва, зокрема свинокомплексів, енергетичну проблему – виробництво біогазу у біогазовій станції власного виробництва та агрономічну – забезпечує збільшення

урожайності та покращення якості сільськогосподарських та овочевих культур, тобто дає можливість отримувати органічну продукцію рослинництва та овочівництва при утилізації відходів тваринництва.

Матеріал та методика досліджень. Дослідження проводили на базі ТОВ «Органік-D», протягом 2018-2019 рр. Органічні рештки у вигляді свинячого гною господарство отримує на ТОВ «Субекон», на якому утримується близько 12 тис. голів свиней. На свинокомплексі використовується безпідстилковий спосіб утримання тварин. Отриманий свинячий гній пропускається через власну біогазову установку для отримання біогазу та утворення біоорганічного добрива Ефлюент.

Агрохімічний склад свинячого гною визначали у лабораторії Prime Lab Tech, що має міжнародну сертифікацію згідно ISO 22000, відповідно до існуючих ДСТУ та методичних вказівок. Мікробіологічний аналіз біоорганічного добрива проводили в біолабораторії ТОВ «Інститут прикладної біотехнології».

Результати досліджень. Утворення великої кількості відходів на промислових фермах – це екологічна проблема, а саме забруднення ґрунтів та води, збільшення викидів в атмосферу та зміна клімату. У більшості тваринницьких ферм використовується накопичення та зберігання відходів у лагунах (переважно відкритого типу), після цього гній або послід вносяться на поля як органічне добриво. Проблеми виникають, коли порушуються правила поводження з відходами метод застосовується на великих промислових фермах (рис. 1).

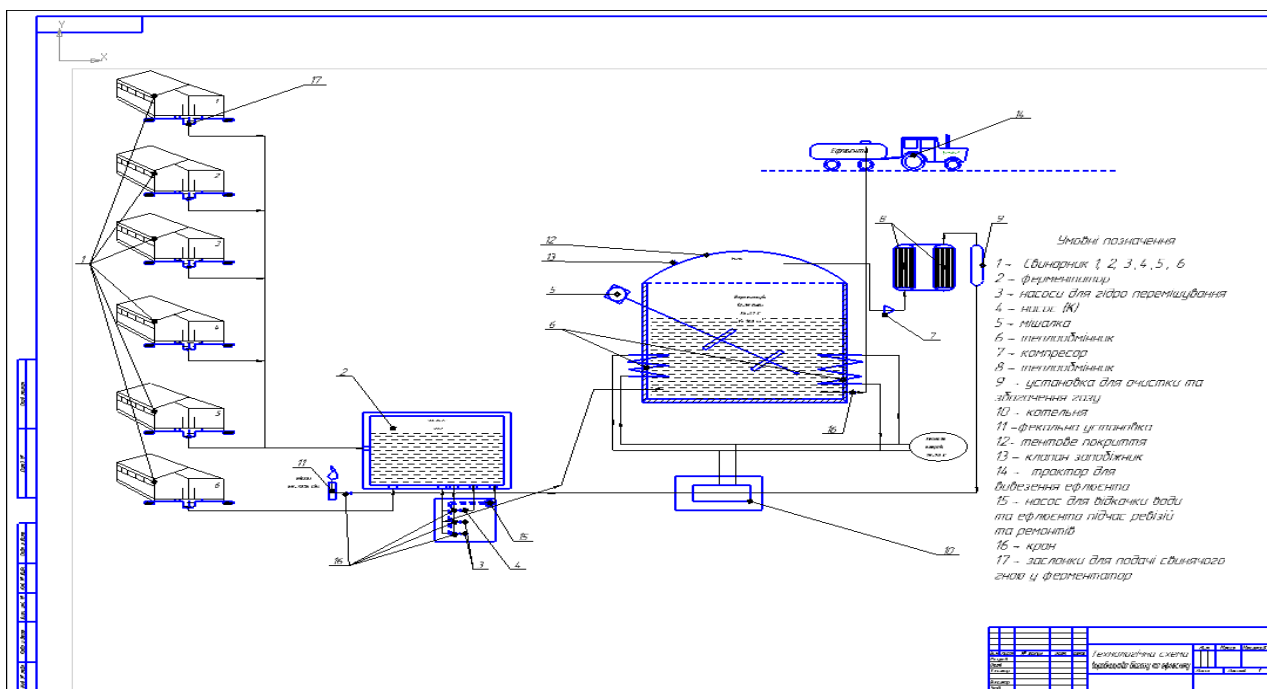


Рис. 1. Технологічна лінія виробництва біогазу та біоорганічного добрива Ефлюент

При анаеробному зброджуванні відходів, гній та послід не зберігається тривалий час у лагунах, що зменшує ризики, пов'язані з розгерметизацією, вимиванням, аварійними ситуаціями. Також зменшується ризик понаднормового внесення гною або посліду на поля. Значно зменшується ризик забруднення ґрунтів та води азотом, фосфором та іншими поживними речовинами, та, відповідно, загроза для питного водопостачання та водно-болотних угідь. При анаеробному зброджуванні відходів тваринництва зникає різкий запах, зменшується експозиція до запаху місцевого населення (рис. 1).

Рідкий свинячий гній отримується за рахунок інтенсивних технологій утримання тварин, де використовують щілинні підлоги та самопливна каналізаційна систему замість солом'яної підстилки. Потім цей гній пропускається через біогазову установку для отримання біогазу, а рештки що залишилися пройшовши детоксикацію використовуються як біоорганічне добриво Ефлюент (див. рис. 1).

Мікробіологічний склад безпідстилкового свинячого гною, що використовується для отримання біоорганічного добрива Ефлюент наведений в таблиці 1.

Таблиця 1

Кількісний склад мікроорганізмів у зразках рідкого свинячого гною (від 25.02.2019 р.)

№з/п	Варіант	Всього, тис/г	у т. ч.				Гриби-антагоністи		Токсинуотворювальні види грибів	
			Патогенні види		Сапротрофні види		тис/г	%	тис/г	%
			тис/г	%	тис/г	%				
1	Переброджений	193,8	12,6	6,4	181,2	93,6	6,2	3,2	31,2	16,1
2	Не переброджений	118,8	79,2	66,7	39,6	33,3	11,3	9,5	101,8	85,7

Проходження свинячого гною через біогазову установку забезпечує зменшення кількості патогенних мікроорганізмів та збільшує кількість сапрофітних організмів, що істотно покращує мікробіологічний склад отриманого біоорганічного добрива Ефлюент.

Окрім мікробіологічного складу для отриманого добрива важливе значення має агрохімічний склад (таблиця 2). Біоорганічне добриво Ефлюент характеризується лужною реакцією ($\text{pH}_{\text{сольове}} 8,5$), високою кількістю вологи, яка у масовій частці становить 98,4%, значним вмістом нітратного азоту (18,2 мг/кг), міді (4,6 мг/кг), цинку (32 мг/кг), марганцю (20 мг/кг) та заліза (120 мг/кг). Якщо перевести вміст елементів живлення по діючій речовині на 1 тону біоорганічного добрива Ефлюент то у ньому міститься – 2,9 кг азоту, 0,9

кг фосфору, 3,2 кг калію, 3,5 кг кальцію та 0,42 кг магнію. Тому використання даного добрива дозволить забезпечити рослини, як макро- так і мікроелементами.

Таблиця 2

Результати агрохімічного аналізу біоорганічного добрива Ефлюент

№ з/п	Найменування показників, одиниці вимірювання	Результати випробувань
1.	pH <small>сольове</small>	8,5
2.	Масова частка вологи, %	98,40
3.	Суха речовина, %	1,60
4.	Вміст золи в натурі / в абсолютно сухій речовині, %	0,60/37,3
5.	Вміст органічної речовини в натурі / в абсолютно сухій речовині, %	1,00/62,7
6.	Вміст нітратного азоту, мг/кг	18,2
7.	Вміст амонійного азоту, %	0,23
8.	Масова частка загального азоту, %	0,29
9.	Масова частка загального фосфору, %	0,09
10.	Масова частка загального калію (K ₂ O), %	0,32
Вміст мікро- і макроелементів		
11.	Мідь, мг/кг	4,60
12.	Цинк, мг/кг	32,0
13.	Марганець, мг/кг	20,0
14.	Залізо, мг/кг	120,0
15.	Магній (MgO), %	0,042
16.	Кальцій (CaO), %	0,350

Висновок. Зброджування свинячого гною у біогазовій установці дозволяє отримувати біогаз, а рештки що залишилися та пройшли детоксикацію можна використовувати в якості добрива.

Проходження свинячого гною через біогазову установку забезпечує зменшення кількості патогенних мікроорганізмів та збільшує кількість сапрофітних організмів, що істотно покращує мікробіологічний склад отриманого біоорганічного добрива Ефлюент. Дане добриво характеризується лужною реакцією (pH_{сольове} 8,5), високою кількістю вологи, яка у масовій частці становить 98,4%, значним вмістом нітратного азоту (18,2 мг/кг), міді (4,6 мг/кг), цинку (32 мг/кг), марганцю (20 мг/кг) та заліза (120 мг/кг),

якщо перевести вміст елементів живлення по діючій речовині на 1 тону то у ньому міститься – 2,9 кг азоту, 0,9 кг фосфору, 3,2 кг калію, 3,5 кг кальцію та 0,42 кг магнію. Використання даного добрива дозволить забезпечити рослини, як макро- так і мікроелементами.

Внесення біоорганічного добрива Ефлюент за рахунок високого вмісту кальцію (СаО – 0,35%, або 3,5 кг/т) та магнію (MgO 0,042%) дозволить знижувати кислотність ґрунту, що дуже актуально в умовах тривалого використання фізіологічно кислих мінеральних добрив.

Список використаної літератури

1. Паламарчук В.Д., Поліщук І.С., Єрмакова Л.М., Каленська С.М. Біологія та екологія сільськогосподарських рослин. Підручник з грифом МОН. Вінниця: ФОП Данилюк, 2013. 636 с.
2. Мазур В. А., Паламарчук В.Д., Поліщук І. С., Паламарчук О. Д. Новітні агротехнології у рослинництві. Підручник. Вінниця, 2017. 588 с. (*гриф ВНАУ Протокол №12 від 16.06.2017*).
3. Тваринництво України (Animal production of Ukraine). Статистичний збірник (State statistics service of Ukraine)./ О. М. Прокопенко. К. 2019. 166 с.
4. Biogas Digest. Volume II. Biogas - Application and Product Development. Information and Advisory Service on Appropriate Technology. GTZ. <http://www.gtz.de/de/dokumente/en-biogas-volume2.pdf>
5. Кузнецова А., Куценко К. Біогаз та «зелені тарифи» в Україні – чи вигідне інвестування? (Серія консультативних робіт AgPP №. 26). К. 2010. 40 с.