

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 НІІ 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 НІІ 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 Zabrodskyi, 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'янко 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>Токarchuk 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

ОСОБЛИВОСТІ АНАЕРОБНОЇ ФЕРМЕНТАЦІЇ РІЗНИХ ВИДІВ ТВАРИНИЦЬКИХ ВІДХОДІВ

Скляр Р.В., к.т.н., доцент

*Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна.*

Теоретично всі органічні речовини можна хоча б частково розкласти як аеробним, так і анаеробним шляхом. Принциповим правилом є те, що тверді, зі складною структурою матеріали – такі як деревина і солома – краще підходять для аеробних умов, тобто компостування, в той час як рідкі матеріали – гній, відходи продуктів харчування, жири тощо, краще розкладаються в анаеробних умовах (бродиння) [1-3]. Вибір методу (бродиння або компостування), яким їх краще всього переробляти, залежить, в першу чергу, від вмісту сухої речовини.

Для переробки відходів із застосуванням біогазових технологій необхідно, щоб вміст сухої речовини в субстраті становив 5...15% [1]. Якщо цей показник нижче 5%, то процеси будуть відбуватися повільніше, що чинитиме істотний негативний вплив на рентабельність. 15% вмісту сухої речовини є верхньою межею, за якою субстрат ще можна перекачувати насосами, змішувати.

Важливим є співвідношення вуглецю і азоту, яке має складати від 10:1 до 40:1 [4]. В цьому плані відходи сільськогосподарських тварин створюють сприятливі умови як для анаеробного, так і для аеробного бродиння, оскільки вони мають збалансований склад поживних речовин і великий буферний потенціал [5]. При складанні «раціону» біогазової установки важливо, щоб завантаження реактора було як мінімум менше 4кг – ще краще, якщо менше 3 кг – органічної речовини на 1 м³ об'єму реактора, незалежно від виду субстрату або його суміші.

Суміш, що складається з різних субстратів, в залежності від їх виду, має різні характеристики по розшаруванню. Це в свою чергу впливає на утворення плаваючої кірки і осідання [1,3]. Завжди діє правило: чим густіше субстрат або суміш, тим менше вона схильна до розшарування. Гомогенна суміш з невеликим розміром складових часток і високим вмістом сухої речовини, наприклад гній великої рогатої худоби, перемішаний з рослинними косубстратами, має невелику схильність до розшарування. Підвищену схильність до розшарування має текучий рідкий гній свиней і рідкий курячий послід, стічна вода в поєднанні з рослинними

косубстратами (наприклад, з неподрібненою свіжою соломою, скошеною травою тощо) [2].

Пташиний послід – це продукт обміну речовин колоїдної консистенції, сіро-зеленого кольору, грудкувато-пористої структури, що виділяється з організму птахів у вигляді суміші сечі і калу. Основний напрямок використання посліду – удобрення сільськогосподарських культур [7]. Внесення посліду в ґрунт протягом всього року неможливо, тому протягом кількох місяців його накопичують у послідосховищах. При всіх існуючих способах зберігання посліду з нього втрачається азот, оскільки кінцевим продуктом азотистого обміну у птахів є сечова кислота, яка складає близько 60% від загального змісту азотистих речовин у посліді. Сечова кислота під дією уробактерій і ферменту уреазі, що виділяється ними, розщеплюється до аміаку і вуглекислоти. Цей процес йде як у присутності кисню повітря, так і без нього і прискорюється при контакті посліду з водою, що призводить до втрат азоту в вигляді аміаку [1,2].

Для скорочення втрат поживних речовин при зберіганні посліду використовують різні прийоми його переробки: аеробна та анаеробна ферментація, додавання хімічних реагентів, змішування з речовинами, які здатні знищувати неприємний запах і закріплювати азот, термічний метод зневоднення і знезараження. Крім того, додавання в послід торфу, тирси, лігніну або соломи помітно знижує втрати азоту [5].

Вихід посліду залежить від виду птиці, її віку, раціону та способу утримання [6]. У сучасному птахівництві в основному застосовують кліткову і підлогову систему утримання. При підлоговій системі отримують суміш посліду з підстилкою (у вигляді тирси, соломи). Важливу роль відіграє також спосіб видалення посліду (гідрозмив, скребковий механізм тощо). На вміст сухої речовини в посліді, швидкість розкладання органічних речовин в процесі накопичення або зберігання помітний вплив чинить випаровування вологи. Послід курей містить пір'я, які схильні до формування плаваючої кірки, в той же час, внаслідок особливостей годівлі, він містить велику кількість крейди і піску, тому слід врахувати також випадання осаду.

Жуйні тварини є класичним прикладом прояву симбіозу між тваринним організмом і мікрофлорою, яка живе в передшлунках. У рубці жуйних температура трохи вище, ніж в прямій кишці, що багато в чому залежить не тільки від інтенсивності кровопостачання, але й від анаеробного бродіння в рубці, і становить 38...42 °С. Відносно сталі кислотність, іонний склад вмісту, а також достатня кількість рідини

сприяють забезпеченню нормальної життєдіяльності мікроорганізмів. Кислотність рубцевого вмісту знаходиться на рівні від 6,8 до 7,2, створюючи тим самим сприятливі умови для мікрофлори. Частий прийом корму забезпечує постачання бактерій живильним середовищем.

Завдяки діяльності мікроорганізмів, поживні речовини корму піддаються складним перетворенням (ферментації), в результаті яких утворюються прості розчинні сполуки: аміак, амінокислоти, летючі жирні кислоти, які використовуються організмом тварини як енергетичний матеріал. Основну масу органічної речовини раціону жуйних представлено вуглеводами (до 80%). Це такі високомолекулярні з'єднання, як клітковина, крохмаль, геміцелюлоза та ін. Вони перетравлюються в основному в рубці, де розщеплюються до 95% цукрів і крохмалю і до 50% перетравності клітковини корму. Лише незначна кількість розчинних вуглеводів і до 50% спожитої клітковини переходять в нижні відділи травного тракту, де продовжується їх перетравлення [1].

По виходу біогазу найнижчі показники має гній худоби. Велика рогата худоба, як всі жуйні тварини, завдяки особливій мікрофлорі шлунку, що містить серед інших і метанові бактерії, а також довгому кишковому тракту і сильному подрібненню легко перетравлюваних речовин, споживає значну кількість сирої клітковини. Однак цей недолік в деякій мірі компенсується високим вмістом сухої речовини [1,2].

У свиней коефіцієнт перетравлення корму набагато нижче, що обумовлено однокамерним шлунком і коротким кишечником. Тому вихід біогазу з гною свиней істотно вище, ніж з гною великої рогатої худоби з-за того, що містить безліч поживних речовин, які нерозкладані й не використані організмом. Кури, як і всі птахи, мають короткий травний апарат, що обумовлює їх малу вагу. Перетравлення є неповним. У посліді міститься велика кількість речовин, що придатні до перетравлювання. Тому послід дає найвищі показники виходу газу. Однак, він настільки багатий сухою масою, що, як правило, його необхідно розбавляти водою. До того ж, високий вміст азоту може викликати проблеми з біологічним процесом анаеробної ферментації (інгібування процесу) [1,2].

Суміш гною худоби, свиней та курячого посліду допомагає уникнути труднощів, які супутні монобродінню фекалій окремих видів тварин. Таким чином, успішно працюють окремі біогазові установки. Внаслідок спеціалізації в сільському господарстві багато біогазових установок завантажуються гноєм одного виду тварин; в основному це худоба (молочні корови, м'ясні бички, молодняк худоби). Менша кількість

установок працює на гної відгодівельних свиней і лише незначна кількість - на пташиному посліді.

Ступінь розкладання вказує, який відсоток органічної сухої речовини розклався в межах заданого часу бродіння. Повне розкладання до стану мінералізації теоретично можливо тільки тоді, коли субстрат не містить лігніну. На практиці повне розкладання вимагало б дуже довгого періоду бродіння, оскільки швидкість розкладання не завжди залишається однаковою - навпаки, після проходження початкового етапу вона помітно знижується, відповідно падає і газоутворення. У виробничих масштабах це означає, що останні порції від загальної кількості видобутого біогазу будуть коштувати високих витрат. Висока ступінь розкладання залежить від складу субстрату, відображає виробництво біогазу і до неї варто прагнути. На практиці максимальне розкладання може становити до 70%.

Список використаних джерел.

1. Баадер В., Доче Е., Бренндерфер М. Биогаз. Теория и практика. М: Колос, 1982.

2. Скляр О.Г., Скляр Р.В. Дослідження способів утилізації відходів птахівництва і тваринництва. *Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України: Зб. наукових-праць*. Ніжин, 2019. Вип. 12. С. 298-304.

3. Скляр О.Г., Скляр Р.В. Аналіз роботи біогазових установок. Механізація та електрифікація сільського господарства: загальнодержавний збірник. Вип. № 10 (109). ННЦ «ІМЕСГ». Глеваха, 2019. С. 132-138.

4. Григоренко С.М. Програма та методика експериментальних досліджень на лабораторній біогазовій установці. *Вісник Харківського національного університету с. г. ім. П. Василенка: Наукове фахове видання*. Харків, 2019. Вип.199. С. 267-275.

5. Скляр О.Г., Скляр Р.В. Напрями використання органічних ресурсів у тваринництві. Праці ТДАТУ. Мелітополь, 2011. Вип. 11. Т.5. С.210–217.

6. Boltyansky V., Boltyansky O., Boltyanska N. Analysis of major errors in the design of pumping stations and manure storage on pig farms. *TEKA Commission of Motorization and Energetics in Agriculture*. 2016. Vol.16. No.2. 49-54.

7. Скляр О.Г. Властивості біодобрих, що отримуються після анаеробної ферментації гною. Праці ТДАТУ. Мелітополь, 2013. Вип. 13. Т.3. С.110-118.