

УДК 631.333.92 : 631.22.018

## **ВЛАСТИВОСТІ БІОДОБРИВ, ЩО ОТРИМУЄТЬСЯ ПІСЛЯ АНАЕРОБНОЇ ФЕРМЕНТАЦІЇ ГНОЮ**

Скляр О.Г., к.т.н.,

Скляр Р.В., к.т.н.

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Тел. (0619) 42-05-70

**Анотація** - роботу присвячено розгляданню умов проведення метанового зброджування та властивостям біодобрив, що отримується після анаеробної ферментації в біогазовій установці.

**Ключові слова** – метан, зброжена маса, біодобриво, анаеробний процес, гній, азот, хімічний склад, гумусоутворення.

*Постановка проблеми.* Разом із збільшенням виробництва товарів широкого вжитку росте й кількість різноманітних відходів (у тому числі й органічних відходів сільськогосподарського виробництва), які не використовуються для виготовлення вторинних продуктів - органічних добрив та біогазу. Аналізуючи сучасне положення справ із застосуванням органічних добрив, слід зазначити, що за останні 10-12 років загальна їхня кількість скоротилася в 3-4 рази. За середньостатистичними даними, у цей час добрив вноситься не більше 3,3 т/га. Дефіцит органічних добрив тільки для основних споживачів, насамперед сільськогосподарських підприємств різних форм власності, становить понад 65%. Разом з тим ринок споживачів значно поповнився фермерськими господарствами, здебільшого виробниками зернових культур, садівничими суспільствами, які не мають і не виробляють власних органічних добрив.

Крім досить відчутного недоліку органічних добрив при їхньому застосуванні виникають проблеми іншого порядку. По-перше, гній, як правило, використовується без відповідної підготовки шляхом прямого внесення на поля або, у найкращому разі, накопичується і якийсь час витримується в буртах, що супроводжується значною втратою органічної речовини й азоту.

Залежно від способу і тривалості зберігання органічні відходи втрачають від 25-50% органічної речовини і живильних елементів (в

першу чергу азот N). Ще більші втрати спостерігаються при промерзанні з наступним відтаванням до 70% [6,12,13]. У таблиці. 1 приведені середні втрати азоту і органічної речовини залежно від періоду зберігання.

Таблиця 1 - Середні втрати азоту N і органічної речовини залежно від періоду зберігання

Втрати	Субстрат	Період зберігання		
		2 місяця	4 місяця	6 місяців
Загальний азот	Органічні відходи	15-20	25-35	40
Органічна речовина		20-25	30-35	50

По-друге, використання свіжого гною пов'язане з певними агротехнічними труднощами, що приводить не тільки до забруднення посівних площ насінням бур'янів, але й несе небезпеку забруднення навколишнього середовища.

*Аналіз останніх досліджень.* На Україні вже декілька років застосовується нова енергозберігаюча технологія переробки органічних відходів в біодобрива. Ця технологія дозволяє отримати за допомогою анаеробного зброджування натуральне біодобриво, яке містить у великій кількості біологічно активні речовини, велику кількість мікроелементів. Основною перевагою біодобрив перед традиційними добривами (гній, послід і ін.), відносно елементів живлення, це їх форма, доступність і збалансованість, високий рівень гуміфікації органічної речовини [1].

*Формулювання цілей статті.* Для усунення негативних явищ, що розглянуті вище, необхідна спеціальна технологія обробки гною, яка дозволяє підвищити концентрацію живильних речовин і одночасно усунути неприємні запахи, подавити патогенні мікроорганізми, понизити зміст канцерогенних речовин. Тому метою досліджень є отримання високоцінних органічних добрив та виявлення їх впливу на якісний склад рослин, а також енергетичний баланс між ними.

*Основна частина.* Технологія отримання біогазу і переробки органічних відходів у високоякісне добриво шляхом анаеробного зброджування, давно відома людству. Вона успішно застосовується в ряді країн, здатна значно поліпшити економічні, екологічні та соціальні умови в сільському господарстві.

Органічна речовина служить потужним енергетичним матеріалом для ґрунтових мікроорганізмів, тому після внесення в

грунт відбувається активізація азотофіксуючих і інших мікробіологічних процесів. В таблиці 2 наведені дані хімічного складу біодобрив. [2, 3, 4].

Таблиця 2 - Хімічний склад біодобрив з біогазової установки.  
Тверда фракція 20-25% СР\*

Біодобриво (зброджена маса)	Хімічний склад				
	N	NH <sub>4</sub> -N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO
Свинячий гній	5,9 -6,5	1,4-2,0	5,3-5,8	6,1-6,3	1,5-1,8
Коров'ячий гній	4,3-5,0	1,0-1,2	2,7-2,9	7,5-7,8	1,3-1,5
Кінський гній	3,6-3,8	1,0-1,1	4,0-4,3	4,3-4,8	1,5-1,8
Пташиний послід	17-18	3,0-3,5	10-10,9	8,0-8,8	3,5-4,2
Трава	3,2-3,5	0,7-1,0	1,37-1,4	4,2-4,8	0,5-0,6
Трав'яний силос	3,5-3,8	0,5-0,9	1,25-1,3	4,0-4,5	0,5-0,6
Кукурудзяний силос	3,7-4	1,2-1,3	1,3-1,4	4,2-4,5	0,8-1
Бадилля цукрового буряка	2,1-2,3	0,5-0,9	1,25-1,4	3,5-4	0,7-0,9
Пивна дробина	14-16	2,0-2,5	6,0-6,5	5,4-5,5	0,6-0,8
Зернова барда	16-18	1,9-2,3	6,0-6,3	5,3-5,5	0,6-0,8
Жом (цукровий буряк)	5,0-6,2	-	3,3-3,5	4,2-4,5	1,2-1,6
Відходи бойні	10-12	1,8-2,0	20-25	3,0-3,5	2,5-2,6
Відходи молокозаводів	2,5-3,2	0,4-0,8	1,0-1,2	-	-
Зернові відходи	8-10	1,8-2,0	5,6-6,0	5,2-5,3	0,7-0,8
Відходи переробки картоплі	4,5-4,7	1,5-1,8	2,8-3,5	4,6-4,8	1,2-1,4
Макуха (фрукти)	6-6,8	-	6,4-6,7	5,3-5,8	2,1
Органічні харчові відходи	5,6-5,8	1,6-1,9	3,2-3,6	4,0-4,3	2,5-2,7
Рапсовий шрот	4,5-5	-	2,6-3,8	5,6-7	3,2-3,4
Активний мул	3,9 -4,2	2,4-2,2	2,2-2,9	2,1-2,22	0,5-0,27

Таблиця 3 - Хімічний склад біодобрива з біогазової установки.  
Рідка фракція 5 % СР

Біодобриво (зброджена маса)	Хімічний склад				
	N	NH <sub>4</sub> -N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO
Свинячий гній	3,1 -3,8	1,4-2,0	2,3-2,4	2,1-2,4	0,5-0,8
Коров'ячий гній	1,8-2,2	1,0-1,2	0,8-1,6	2,2-2,8	0,4-0,5
Пташиний послід	7,1-8,2	3,0-3,5	6,8-7,9	5,0-5,6	1,5-2,2
Трав'яний силос	2,2-2,8	0,9-1,5	1,9-2,3	2,0-2,5	0,5-0,7

\* - вміст основних елементів може істотно змінюватися залежно від складу субстрату.

Цінність біодобрива ще й у тому, що при перепріванні гній втрачає частину нітратів і нітритів, які в надлишку містяться в гної домашніх тварин і птахів. В процесі ферментації вони зброджуються в аміак і метан. Містяться в збродженій масі корисні фосфор, калій і азот повністю залишаються у біодобриві.

Основна перевага анаеробного зброджування полягає в збереженні в органічній або амонійній формі практично всього азоту, що міститься у вихідній сировині. При традиційних ж способах приготування органічних добрив (компостуванням) втрати азоту становлять до 30-40%. Анаеробна переробка гною в чотири рази - у порівнянні з незбродженим гноєм - збільшує вміст амонійного азоту (20-40% азоту переходить в амонійну форму). В результаті збродженої гній у порівнянні зі звичайним в еквівалентних дозах, підвищує на 10-20% врожайність сільськогосподарських культур. Висока рентабельність біогазових технологій забезпечується одночасним виробництвом високоефективних органічних добрив, 1 т яких (по ефекту «на врожай») рівноцінна 70-80 т природних відходів тваринництва та птахівництва. Шлам можна розділити на дві фракції: рідку і тверду за допомогою шнекових прес-сепараторів. І та і інша є добривом. Рідка фаза гною після анаеробної переробки зазвичай відповідає вимогам, що пред'являються до якості стічних вод органами охорони природи. Він може відразу ж використовуватися як добриво для прикореневого підживлення сільськогосподарських культур.

В підтримці екологічної рівноваги в ґрунтах найбільш вагому роль грає ресурс гумусу, який є живильним середовищем для ґрунтоутворних мікроорганізмів, які стимулюють живлення рослин, їх ростові процеси.

Основу гумусу складають залишки органіки рослинного походження: фракції, що найменш розклалися, фракції, що продовжують розкладатися, комплексні речовини які утворилися в результаті гідролізу і окислення і речовини які є результатом життєдіяльності мікроорганізмів.

До складу гумусу входять гумінові кислоти, фульвокислоти і солі цих кислот, а також гумін - стабільні з'єднання гумінових, фульвокислот, кислот з ґрунтовими матеріалами. Гумін має значну питому поверхню ( $600-1000\text{ м}^2/\text{г}$ ) велику адсорбційну здатність. При внесенні до ґрунту невеликої кількості гумусу, в порівнянні з іншими добривами, змінюється склад і структура мікрофлори. Це у свою чергу веде до зміни мікробіологічного режиму в ґрунтах, посиленню процесів перетворення речовин і енергії. В результаті прискорюються обмінні процеси, включаються нові цикли розвитку мікрофлори, зокрема, посилюється діяльність азотофіксуючих бактерій. Як

результат, збагачується живильне середовище. Ґрунти, на яких вносять гумусні добрива характеризуються такими ознаками:

- підвищується рухливість ґрунтового фосфору;
- активуються процеси нітроутворення в ґрунті, що у свою чергу сприяє значному зростанню загального і білкового азоту, збільшенню виділення вуглекислоти ґрунтом;
- прискорюється введення аміачних і амідних форм азоту, фосфору в рослини;
- підвищується концентрація калію, алюмінію при зниженні кількості магнію, тобто гумати роблять істотний вплив на вміст і динаміку ґрунтових катіонів.

У всіх важливих процесах ґрунтоутворення і формування ґрунтової родючості беруть активну участь гумінові речовини, які є результатом розкладання органічних речовин. Основним показником гумусного стану ґрунтів є вміст органічної речовини, оскільки воно істотно покращує фізичні, хімічні і біологічні властивості ґрунту, сприяє родючості. Також органічні речовини мають низьку теплопровідність і запобігають швидкій віддачі тепла з ґрунту в атмосферу.

Таблиця 4 - Нормативні показники відновлюваності гумусу для різних органічних відходів (кг гумусу в 1т субстрату)

Субстрат	Вміст сухої речовини % у свіжій масі (СМ)	Вміст гумусу, кг, в 1т свіжою маси
Зброджена маса (рідка)	4-10	6-12
Зброджена маса (тверда)	25-35	36-54
Компост	40	50-60
Фільтраційний мул	10-20	10-15

Гумус в 15-20 разів більш ефективний за будь-яке органічне добриво. Специфічна мікрофлора і ферменти, які містяться в гумусі, здатні відновити «мертвий ґрунт», тобто забезпечити всі її функції і додати їй властивостей високої родючості. Ці коштовні властивості гумус зберігає протягом 3-4 років.

Щорік одночасно з урожаєм виноситься велика кількість органічного матеріалу, зменшується кількість живих мікроорганізмів, а в результаті знижується активність гумусоутворення. Для підтримки необхідного рівня гумусу в ґрунтах найчастіше в Україні вносять органічні добрива (гній, послід, торф), але вміст гумінових речовин в такій органіці зовсім малий. Тому для мінімального забезпечення ґрунту необхідною кількістю гумусу необхідно використовувати

ефективніші добрива. На рисунку 1 представлені середні значення репродуктивного потенціалу утворення гумусу різною органікою.

При використанні гумусу досягається істотне підвищення кількості і якості урожаю. Наприклад, за різними джерелами озима пшениця дає надбавку 15-20%, цукровий буряк до 20%, кукурудза 20-30%, картопля до 30%. Таким чином, позитивний вплив гумусу на ґрунтову родючість і врожайність можна представити у вигляді комплексу взаємозв'язаних процесів:

- знаходяться фізико-механічні і фізичні властивості ґрунту;
- посилюються процеси ґрунтового обміну: адсорбція добривами елементів живлення ґрунту з поліпшенням живильного режиму розвитку рослин і підвищення біологічної активності. Як результат підвищення врожайності.

Тому для мінімального забезпечення ґрунту необхідною кількістю живильних елементів і гумусу необхідно використовувати ефективніші добрива.

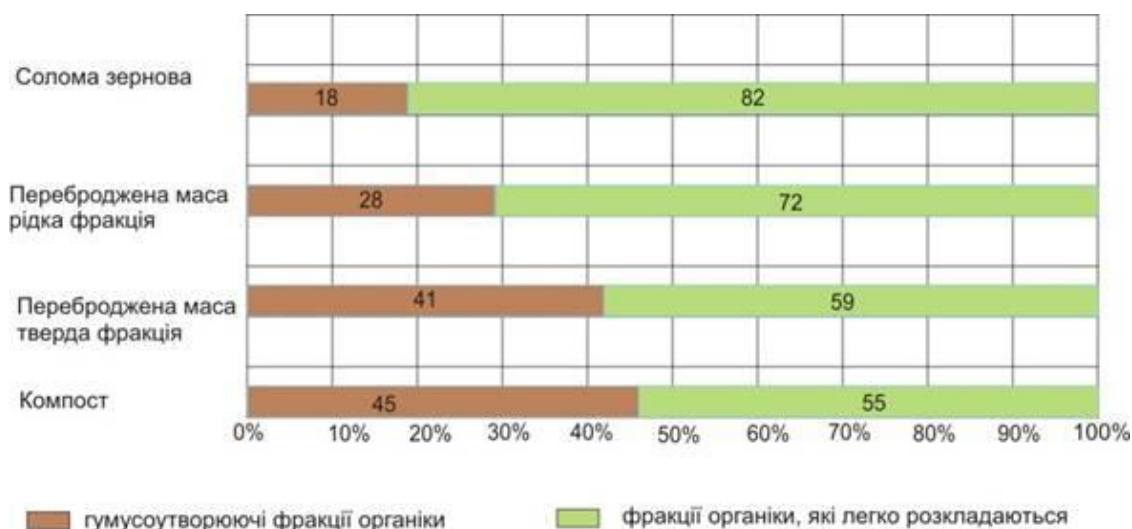


Рис. 1. Потенційна здібність до гумусоутворення для деяких органічних добрив.

Життєдіяльність рослин тісно пов'язана з гумусними речовинами, які є основним джерелом вуглекислого газу  $\text{CO}_2$  необхідного для фотосинтезу (рис. 2). Не дивлячись на те, що в атмосфері є значна кількість вуглекислого газу, рослини, в період інтенсивного зростання відчувають істотну нестачу цього важливого компонента для проведення різних біологічних процесів.

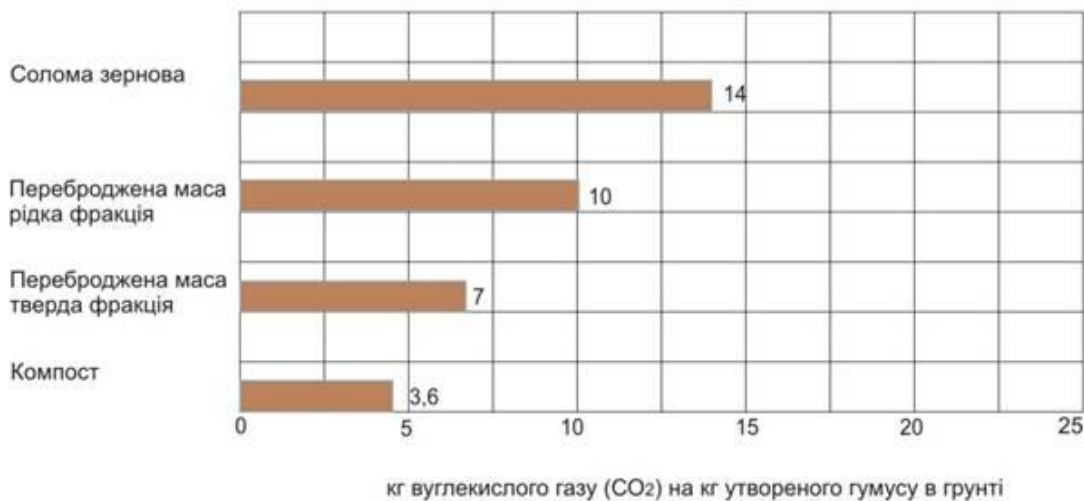


Рис.2. Виділення CO<sub>2</sub> при утворенні гумусу для деяких органічних добрив.

Утворені при зброджуванні гумусні матеріали покращують фізичні властивості ґрунту: аерацію, водоутримуючу і інфільтраційну здатність ґрунту, а також швидкість катіонного обміну. Крім того, біодобриво служить джерелом енергії та поживних речовин для діяльності корисних бактерій. Це сприяє підвищенню розчинності важливих хімічних поживних речовин, що містяться в ґрунті, і призводить до кращого засвоєння їх вищими рослинами. У ряді країн (Данія, Німеччина, Індія, Китай) з 90-х років минулого століття був проведений ряд випробувань, результати яких свідчать про суттєве збільшення врожайності при використанні шламу в якості добрива. Тоді було підраховано, що використання біогазових технологій для переробки органіки може не тільки повністю усунути її екологічну небезпеку, а й щорічно отримати додаткові 95 млн. т умовного палива (близько 60 млрд. м<sup>3</sup> метану або, спалюючи біогаз, - 190 млрд. кВт·год. електроенергії), а також понад 140 млн. т вискоєфективних добрив, що дозволило б істотно скоротити надзвичайно енергоємне виробництво мінеральних добрив (близько 30% від усієї споживаної електроенергії сільським господарством).

Перед використанням біодобриво розводять водою в 20-60 разів. Норми використання 500-1000 л нерозбавленого добрива на гектар. З одного кубометра об'єму реактора в день виходить 40 л добрив. Це означає, що з найменшої установки з реактором 3 м<sup>3</sup> з жовтня по березень накопичиться 7200 л добрив, які треба десь зберігати. Їх вистачить для добрива 7 - 15 гектарів. Тому основна проблема з біодобривом - це їх зберігання і збут взимку.

*Висновки.* У натуральних біодобрив є одна дуже корисна властивість: вони вирівнюють кислотно-лужний баланс ґрунту, сприяють меншому виснаженню. На відміну від мінеральних добрив, які засвоюються всього на 35-50%, біодобрива засвоюються майже повністю. Вони не збільшують вміст нітратів у продуктах і ґрунті, підтримуючи при цьому високу врожайність. Як показує практика зарубіжних країн, при використанні рідких або твердих біодобрив врожаї збільшуються на 40-50%. Причому витрата складає від одного до п'яти тон замість 60 т свіжого гною для 1 га землі.

Література.

1. *Скляр О.Г.* Напрями використання органічних ресурсів у тваринництві/ *О.Г. Скляр, Р.В. Скляр*// Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь: ТДАТУ, 2011. – Вип. 11. – Т.5. – С. 210 – 218.

2. Биодобрения - основа улучшения качества сельскохозяйственной продукции: [Электрон. ресурс].– Режим доступа:<http://www.zorgbiogas.ru>.

3. *Якушко С.І.* Установка комплексної переробки органічних відходів за енергозберігаючою технологією/ *С.І. Якушко, С.М. Яхненко*//Вісник «СумДу».- 2006. - №12(96) - С. 81-84.

4. *Дубровський В.С.* Метановое сбраживание сельскохозйственных отходов/ *В.С. Дубровський, У.Е. Виестур.* - Рига: Зинатне, - 1988. - 204с.

## **АНАЛИЗ БИУДОБРЕНИЯ, ПОЛУЧАЮЩЕГОСЯ ПОСЛЕ АНАЭРОБНОЙ ФЕРМЕНТАЦИИ НАВОЗА**

Скляр А.Г., Скляр Р.В.

*Аннотация*

**Работа посвящена рассмотрению свойств биодобрения, получающегося после анаэробной ферментации в биогазовой установке.**

## **ANALYSIS OF BIO-FERTILIZERS, THE RESULTING AFTER ANAEROBIC FERMENTATION OF MANURE**

A. Sklyar, R. Sklyar

*Summary*

**The work is devoted to the properties of bio-fertilizers, produced by anaerobic fermentation in biogas installation.**