

стеблини без проковзування. При швидкості транспортуючого механізму $V = 3,0$ м/с, коефіцієнт тертя $f_{\text{тп}} \geq 0,78$ (антифрикційна накладка – стеблина).

Література

1. Данченко Н.Н. Перспективы развития уборочной техники // Тематичний збірник матеріалів міжнародної науково-практичної конференції "Перспективи розвитку рисосіяння", яка відбулася 19-20 серпня 1998 р. на Дослідній станції рису УААН (м. Скадовськ). – Таврійський науковий вісник. – Херсон; 1998. Випуск 9 (спеціальний). – с.65-67.
2. А.С. 1601971 СССР, Режущее устройство сельскохозяйственных машин. / Шокарев А.Н. и др. / - Б.И. – 1990 - №20.
3. Ю.П.Назірний. Обґрунтування інженерних рішень. – К.: Урожай, 1994 – 216 с.

УДК 631.333.92:631.22.018

БІОТЕРМІЧНА ТВЕРДОФАЗНА ФЕРМЕНТАЦІЯ 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 способів компостування гною, а саме біотермічній твердофазній ферментації.

Ключові слова - компостування, аерація, ферментатор, органічні добрива.

Постановка проблеми. Разом зі 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 (компостів). 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 середньостатистичним даними, у цей час добрив вноситься не більше 3,3 т/га. Подібна ситуація зложилася й з використанням мінеральних добрив. 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. Втрати азоту досягають 40-50%. 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. Сьогодні існує велика різноманітність технологій і технологічних схем компостування[1,3], що знайшли втілення в різних областях переробних виробництв, однак їхня більшість базується на аеробній біотермічній обробці органічних відходів. Рівень механізації й автоматизації технологічного процесу, послідовність виконання технологічних операцій і використання тих або інших технічних засобів залежить від фізико-хімічних властивостей відходів і обсягів їхнього надходження протягом року.

Формулювання цілей статті. Пряме застосування технологій і технічних засобів, використовуваних на промислових виробництвах для переробки сільськогосподарських відходів, економічно невиправдано через високу вартість обладнання, а в більшості випадків просто неможливо у зв'язку з непристосованістю їх робочих органів до роботи з компонентами, що мають інші властивості, непогодженістю по продуктивності й т.п.

Основна частина. До найпоширенішим, з екологічної точки зору, способам переробки й утилізації відходів (промислових, комунальних, побутових, сільськогосподарських, у тому числі відходів тваринництва й рослинництва) відносяться: спалювання, термічне сушіння, закапування, анаеробне зброджування й т.п. Серед них пріоритетне місце займає компостування, особливо коли мова йде про переробку відходів з високим вмістом органічних включень. Здатність органіки до розпаду під впливом різноманітних груп мікроорганізмів супроводжується термодинамічними процесами, які за певних умов забезпечують часткове знезаражування, гноблення схожості насіння бур'янів, кількаразове зменшення оброблюваних відходів (сумішей) по об'єму й вазі, підвищенням питомого вмісту біогенних речовин. Ефективність компостування як способу

переробки органічних відходів полягає в тому, що при відносно невисоких технологічних витратах він забезпечує одержання коштовного й екологічно безпечного кінцевого продукту - високоякісних органічних добрив.

Один з методів одержання високоякісних органічних добрив - біотермічна твердофазна ферментація гною з різноманітними органічними відходами. Твердофазна ферментація відрізняється від широко відомого природного компостування органічних добрив у буртах тим, що цей процес можна значно скоротити в часі до 7-10 днів. Одночасно є можливість контролювати й регулювати основні фактори, що впливають на його хід - вологість і дисперсність суміші, наявність достатньої кількості живильних речовин, співвідношення між вуглецем і азотом (C:N), температуру й аерацію.

Основна мета такого способу - одержати добрива з максимально збереженими живильними речовинами й властивостями, близькими до властивостей гумусу. Аерація й високотемпературні процеси дають можливість позбутися від неприємних запахів, пригнітити схожість насіння бур'янів і знезаразити компост від патогенних мікроорганізмів. Значно більший вміст живильних речовин на одиницю маси отриманого компосту підвищує його цінність як добрива й зменшує витрати на транспортування й внесення на поля.

На першому етапі передбачена підготовка суміші перед завантаженням на ферментацію. При традиційному компостуванні, наприклад, у буртах суміш готують, змішуючи гній із соломом до певної вологості. При цьому не враховують кількості й балансу живильних речовин у вихідній суміші, необхідних для активної життєдіяльності мікроорганізмів. У запропонованому ж методі додавання до гною органічних відходів передбачає дві мети: доведення вихідної суміші до певної вологості й створення структури з достатньою кількістю повітряних пор для аерації, а також інтенсифікацію процесу й збільшення кількісного розпаду органіки в суміші. Тобто органічні відходи рослинного походження при компостуванні варто розглядати не тільки як вологовбирний і структуроутворюючий компонент, але і як підпитуючу добавку для поліпшення життєдіяльності мікрофлори.

До складу суміші, що заставляється на ферментацію, крім гною входять і органічні відходи (солома, ошурки, здрібнена стружка й т.п.), а іноді й рециркуляційний компост. Щоб визначити кількість цих компонентів, можна запропонувати наступний розрахунок.

Кількість вологовбирного й структуроутворюючого матеріалу можна визначити по формулі

$$G_B = G_H (W_H - W_{CM}) / (W_{CM} - W_B), \quad (1)$$

- де G_B і G_H — відповідно маса вологопоглинача й гною, т;
 W_H і W_B — вологість гною й вологопоглинача (визначають перед змішуванням), проц.;
 W_{CM} — вологість суміші, що закладають на ферментацію, проц.

Якщо компостувати рідкий гній, що містить значно менше живильних речовин у кількісному відношенні, треба додавати більше вологопоглиначів. Але тоді не тільки зменшується частка живильних речовин в отриманій суміші, але й підвищується їхній баланс (насамперед це стосується співвідношення вуглецю й азоту). Тому підготовка суміші тільки по вологості не завжди дає потрібний ефект у процесі компостування й одержання якісного компосту.

Для оптимальної життєдіяльності мікроорганізмів необхідне співвідношення вуглецю й азоту 25-30:1. Виходячи із цього, для визначення кількості органічних відходів як енергоносія пропонується наступна формула

$$G_D = k G_H (100 - W_H) / (100 - W_D), \quad (2)$$

- де k - поправочний коефіцієнт, що враховує вміст живильних речовин у вихідних матеріалах

$$k = (C_H - k_{CN} N_H) / (k_{CN} N_D - C_D), \quad (3)$$

- де C_H і C_D — вміст вуглецю в сухій речовині гною й добавки, проц.;
 N_H і N_D — вміст азоту в сухій речовині гною й добавки, проц.;
 k_{CN} — бажане співвідношення вуглецю й азоту.

Порівнюючи розраховані значення G_B і G_D для того самого матеріалу, можна досить точно приготувати вихідну суміш не тільки потрібної вологості й структури, але й збалансовану по живильним речовинам. Якщо $G_D > G_B$, то кількість органічних відходів приймають із розрахунку для G_D . Якщо G_D значно менше G_B (це стосується компостування рідкого гною), то як додатковий матеріал рекомендуємо використовувати підсушений рециркуляційний компост, збалансований по своїй природі.

Знаючи вихідні дані матеріалів, які закладають на компостування, досить один раз розрахувати й потім готувати суміш відповідно до отриманих масових пропорцій. Значні відхилення від розрахункових пропорцій приведуть до недостатнього розігріву суміші добрив і швидкому загасанню процесу або до одержання

компосту з іншими властивостями, що має потребу в більш тривалій обробці й остаточному дозріванні в низькотемпературних умовах.

Біотермічний процес компостування відбувається безпосередньо у ферментаторі. Камера ферментатора виконується з достатньою теплоізоляцією для зменшення втрат тепла при роботі взимку. Завантаження здійснюється через секційні ворота тракторним навантажувачем. У донній частині ферментаційної камери влаштовані аераційні канали. Аерація здійснюється за схемою «нагору» з регулюванням подачі свіжого повітря напірним вентилятором. Витяжна вентиляція видаляє відпрацьоване повітря з верхньої частини камери, насичений газами й вологою. При зимовому режимі роботи тепле відпрацьоване повітря використовується для підігріву припливного повітря через рекуперативний теплообмінник типу «труба в трубі». Робота систем аерації й вентиляції підтримується в автоматичному режимі залежно від температури суміші. Система контролю за процесом складається з датчиків і приладів виміру температури й вмісту кисню в газоповітряному просторі перероблюємої суміші.

Відповідно до наведених положень підготовка вихідної суміші й аерація її по всьому об'ємі дають можливість досить швидко й ефективно провести переробку гною з рослинними відходами й одержати компост із потрібними властивостями. Інтенсивність підвищення температури — 1,5-2 °C/год., вихід на термофільний режим (більше 50 °C) триває 1-1,5 доби. Мінімальний строк тривалості переробки в такому режимі становить 5-7 днів.

Отриманий за такою технологією компост містить (з розрахунку на суху речовину): органіки - не менш 75%, загального азоту - 1,9-2,3%, фосфору - 0,4-0,6%, калію - 0,6-1,0%.

Варто звернути увагу й на техніко-економічні переваги технології: поряд із прискороною переробкою органічних відходів підвищується якість і ефективна дія добрив, що забезпечує ріст урожайності сільськогосподарських культур на 10-25%; знижуються витрати на транспортно-технологічні операції при внесенні добрив на поля; заощаджуються значні додаткові капітальні вкладення в будівництво сховищ і споруджень для нагромадження гною; досягається прискорений і ефективний кругообіг біогенних органічних речовин у природі з максимальним збереженням їхньої цінності.

Кількість органічних відходів сільськогосподарського виробництва, використовуваних нерационально або зовсім не використовуваних, з кожним роком росте, разом з тим ускладнюються й проблеми їхньої утилізації. Сучасні економічні й екологічні фактори й висока вартість мінеральних добрив, які краще використовувати

сукупно з органічними, вимагають перегляду відносини до відходів як потенційному джерелу для виробництва органічних і органо-мінеральних добрив. Компостування є одним із кращих рішень цієї проблеми, на яку звернули увагу провідні закордонні розроблювачі й користувачі, оскільки воно гарантує переробку відходів і дозволяє ефективно вводити їх у кругообіг у формі високоякісних органічних добрив.

Висновки. У найближчій перспективі компости, отримані по таких технологіях, можуть бути використані при вирощуванні й виробництві екологічно чистих харчових продуктів. Їх можна застосовувати як компоненти штучного ґрунту теплиць, парників, субстратів для вирощування грибів, а також при виробництві високоякісних органо-мінеральних добрив під конкретні культури з реалізацією численним споживачам.

Література

1. *Смирнов О.П., Кошевой З.А., Фришерман Л.К.* Сооружения по подготовке к использованию отходов животноводства. – К.: Урожай, 1989.- 152 с.: ил.
2. *Ковалев Н.Г., Глазков И.К., Еселевич М.М.* Системы удаления, переработки и применения навоза в качестве органических удобрений / ВАСХНИЛ. - М., 1987. -41 с. (Обзорная информация)
3. *Ковалев Л.Л.* Прогрессивные методы уборки, обеззараживания и переработки навоза на фермах и комплексах по производству молока и откорму КРС // Развитие молочного и мясного скотоводства в СССР. - М., 1992. - С. 463-466.
4. *Плященко С., Голубицкий А., Трофимов А.* Оценка разных способов удаления навоза на молочных комплексах // Животноводство. - 1990. - № 11.-С. 55-57.

BIOTHERMAL HARD-PHASED FERMENTATION OF MANURE

A. Skljjar, R. Skljjar

Summary

The work is devoted to consideration of ways compostearing manure, namely biothermal hard-phased fermentation.