

СПОСОБЫ УТИЛИЗАЦИИ ОРГАНОГЕННЫХ ОТХОДОВ ПТИЦЕВОДЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Т.Ю. Анисимова, кандидат сельскохозяйственных наук

В.А. Касатиков, доктор сельскохозяйственных наук

К.С. Никольский

Всероссийский научно-исследовательский институт органических удобрений
г. Владимир, Россия

Аннотация

Для получения компостов на основе органических отходов и торфа предложен технологический процесс и технические средства для ускоренного компостирования в специальных сооружениях с активной аэрацией (в ферментационной камере), а также дополнительные способы, позволяющие снизить потери биогенных элементов и получать высококачественные органические удобрения и питательные грунты на основе торфа.

Ключевые слова: птичий помет, аэробная ферментация, технологический процесс, торфопометный компост

Abstract

T.Ju. Anisimova, V.A. Kasatikov, K.S. Nikolsky

DISPOSAL METHOD OF ORGANIC WASTE OF POULTRY FARMS

To obtain a compost-based organic waste and peat proposed technological process and technical facilities for accelerated composting in special constructions with active aeration (fermentation chamber), as well as additional ways to reduce losses of nutrients and to obtain high-quality organic fertilizer and nutritious soils based on peat.

Keywords: poultry manure, aerobic fermentation process, peat-manure compost

Введение

По данным Министерства сельского хозяйства РФ, годовой объем отходов животноводческих предприятий и птицефабрик составляет более 700 млн м³. Ежегодно необходимо подвергать переработке свыше 200 млн т жидких навозных стоков различной степени очистки [1]. Для решения этой проблемы наиболее эффективным способом утилизации отходов с одновременным получением органических удобрений является производство компостов на основе торфа.

Основной стратегией фундаментальных исследований сельскохозяйственной науки в области переработки отходов животноводства и получения высококачественных органических удобрений является разработка новых технологий и технологических процессов их производства.

Пассивное компостирование предполагает формирование пометных буртов под открытым небом на специально отведенных для этого территориях. Параметры бурта: ширина около 3–4 м, минимальная длина 6–8 м, общая масса компостной смеси не менее 10 т. Температура внутри бурта увеличивается, что приводит к гибели патогенной микрофлоры, семян сорных растений. Длительность компостирования при температуре воздуха около плюс 5°C

составляет 30 дней, выше плюс 10°C – от 30 до 90 дней; при низких температурах до минус 20°C – 60 дней и более [2]. Пассивное компостирование является более дешевым способом по сравнению с активным аэробным. Однако в нем имеются недостатки: необходимость выделения больших площадей, особенно при больших объемах выхода помета, долгий срок компостирования, высокий риск сохранения патогенной микрофлоры, высокая вероятность попадания вредных веществ в окружающую среду. Активное аэробное компостирование предполагает проведение всего процесса в специальных теплоизолированных устройствах – биоферментаторах, в которых помет обогащается кислородом воздуха, что приводит к ускорению процессов распада органических веществ. При активном компостировании длительность процесса составляет 7–10 суток [3]. В отходах обычно существует своя эндогенная смешанная микрофлора. Микробная активность возрастает, когда содержание влаги и концентрация кислорода достигают необходимого уровня [4]. Кроме кислорода и воды микроорганизмам для роста и размножения необходимы источники углерода, азота, фосфора, калия и определенных микроэлементов [5, 6].

Аэрация может осуществляться естественной диффузией кислорода в компостируемую массу по-

средством перемешивания компоста вручную, с помощью механизмов или принудительно. Поток воздуха удаляет диоксид углерода и воду, образующиеся в процессе жизнедеятельности микроорганизмов, а также отводит теплоту благодаря испарительному теплопереносу [7]. Потребность в кислороде меняется в течение процесса: она низка в мезофильной фазе, возрастает до максимума в термофильной и падает до минимума во время стадии остывания и созревания.

Объекты и методы исследований

Для обеспечения технологического процесса производства торфопометного компоста (при соотношении компонентов 3:1) использовали следующие сооружения: площадку с твердым покрытием размером 20x10 (м²) для хранения годового запаса подстилочного помета (20 т) и торфа (60 т), а также предварительного смешивания и хранения готового компоста; здание ферментационной камеры размером 9x4x3 м.

Технологический процесс производства компостов включал в себя следующие операции:

- транспортировка торфа и формирование «подушки»;
- транспортировка помета;
- смешивание компонентов и укладка в бурт;
- погрузка смеси;
- транспортировка и выгрузка смеси в ферментационную камеру;
- аэробная ферментация смеси;
- погрузка, транспортировка и укладка готового компоста в бурт.

Продолжительность компостирования составляла 10 дней. Процесс сопровождался потерями массы от 1,8 до 4,7 % в сутки за счет испарения влаги и разложения органического вещества. Расход воздуха составлял от 2,5 до 4,5 м³/г в час для обеспечения условий ускоренного протекания биотермического процесса. Цикл подачи кислорода повторялся до полного завершения аэробного процесса в ферментационной камере. После достижения оптимальной температуры (55 °С) смесь выдерживали в течение 4 дней. За этот период происходит гибель патогенной микрофлоры, а семена сорных растений теряют всхожесть. Из ферментационной камеры готовый компост выгружали погрузчиком ПКУ-0,8 в машину РОУ-6 и вывозили на площадку хранения. Для

снижения потерь массы и питательных веществ из компоста формировали бурт высотой 2,0 м с максимально возможным уплотнением.

С целью снижения потерь азота в процессе компостирования с использованием метода аэробной ферментации проводили изучение эффективности применения сорбентов в качестве укрывного материала или наполнителей смеси (10% от объема). В качестве сорбентов использовали торф, глину, цеолит.

Изучение эффективности применения сорбентов при производстве компостов с использованием метода аэробной ферментации, определение потери биогенных элементов в процессе компостирования проводили в опыте.

Схема опыта:

- Торфопометная смесь – контроль;
- Торфопометная смесь (пассивное компостирование);
- Торфопометная смесь + (сорбент – торф);
- Торфопометная смесь + (сорбент – глина);
- Торфопометная смесь + (цеолит – сорбент);
- Торфопометноглиняная смесь;
- Торфопометноцеолитовая смесь.

Повторность 4-х кратная.

Торфопометная смесь (в соотношении компонентов 3:1) перед загрузкой в ферментационную камеру была тщательно перемешана на открытой площадке, согласно схеме опыта в смесь добавлены глина и цеолит. Перед перенесением полученных смесей в ящики были отобраны пробы на агрохимический анализ, в ящики помещены мешки из нетканого материала, содержащие 1 кг исходных торфосмесей. Испытуемые смеси загружали в ящики объемом 1 м³, разделенные на 4 секции и закрывали слоем сорбентов: торф, цеолит, глина толщиной 15 см. Размеры частиц сорбентов – не более 0,5 см; влажность – не более 60 %. Объем сорбента в смесях – 15 % к общему объему ферментируемой массы. Ящики устанавливали в ферментационную камеру, в секцию принудительно подавали воздух компрессором в течение 30 минут через каждые два часа (дискретно).

На открытой площадке проводили аналогичные наблюдения, были сформированы бурты с торфопометной смесью, укрытые торфом, глиной и черной полиэтиленовой пленкой. Контролем в обоих опытах являлась неукрытая торфопометная смесь.

Определение концентрации выделения $\text{NH}_3\uparrow$ проводили, используя метод Макарова [8].

Результаты исследований

Результаты изменений концентрации $\text{NH}_3\uparrow$ (мг/м³) в торфопометных смесях при разных способах компостирования в процессе биоферментации показаны на рисунках 1, 2. Наибольшее выделение $\text{NH}_3\uparrow$ в смесях, помещенных в аэратор, зафиксировано в контрольном варианте без использования сорбентов (рисунок 1). Максимальный скачок температуры до + 50°С отмечен при использовании глины, в этом же варианте зафиксированы наименьшие потери массы после биоферментации торфопометной смеси.

При компостировании торфопометной смеси в буртах (пассивное компостирование) наибольшее выделение аммиака по времени и по значениям зафиксировано в контрольном варианте, наименьшее – при использовании глины как сорбента и черной полиэтиленовой пленки в качестве укрывного материала (рисунок 2).

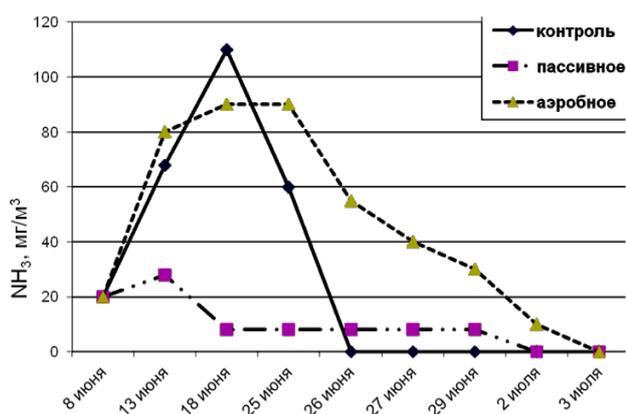


Рисунок 1. – Динамика выделения аммиака из смесей при разных видах компостирования

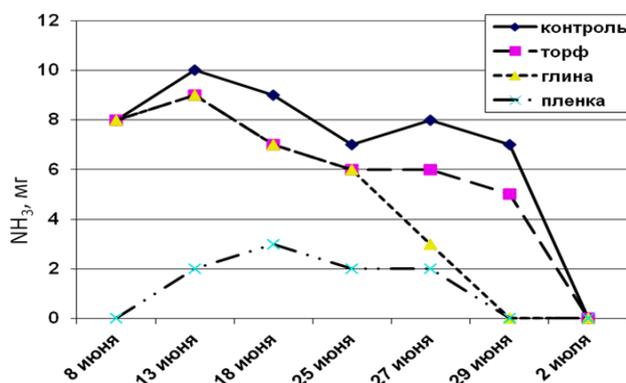


Рисунок 2. – Динамика выделения аммиака из торфопометной смеси при компостировании в буртах при использовании укрывных материалов, мг/м³

При использовании торфа в качестве укрывного материала буртов период эмиссии аммиака был более растянут по сравнению с вариантами с глиной и пленкой, был приближен к контрольному варианту, что может свидетельствовать о сравнительно медленной скорости биохимических реакций внутри смеси при укрытии её торфом.

Наибольшее выделение $\text{NH}_3\uparrow$ в смесях в аэраторе было отмечено в контрольном варианте и в вариантах с подмешиванием сорбентов. Максимальные значения температуры (до + 55°С) отмечены при использовании всех изучаемых сорбентов. В результате исследований получены данные по изучению процесса аэробного компостирования, на основании которых установлено, что лучшим сорбентом для компостирования торфопометной смеси является торф. Потери физической массы в этом варианте опыта были самыми низкими и составили 16,5 %. Наименьшие потери аммиака при компостировании торфопометной смеси в аэраторе были зафиксированы при использовании глины, а общего азота – при использовании торфа и цеолита (таблица 1).

Таблица 1. – Влияние способов использования сорбентов при применении метода аэробной ферментации при производстве торфопометных компостов на изменение массы и содержания общего азота

ВАРИАНТЫ	Потери массы, %	Потери N _{общ.} , %
Контроль (без сорбента)	22,5	10,2
Сорбент цеолит	22,8	7,0
Сорбент торф	16,5	8,0
Сорбент глина	26,7	12,0
Торфопометно-глиняная смесь	20,0	19,6
Торфопометно-цеолитовая смесь	17,0	18,0

Компостирование представляет собой динамический процесс, протекающий благодаря активности сообщества микроорганизмов различных групп. Основные группы микроорганизмов, принимающие участие в компостировании – бактерии, актиномицеты, грибы, дрожжи и др. [9]. Наибольшая активность целлюлозоразлагающих микроорганизмов в торфопо-

метных компостах, полученных при пассивном компостировании, была отмечена при укрытии исходной смеси глиной и превышала контроль в 5-7 раз; а микроорганизмов, использующих органические и минеральные формы азота, – при укрытии торфом, их количество возросло в 1,5-2 (таблица 2). Микробио-

логический анализ готовых торфопометных компостов, полученных с использованием метода аэробного компостирования, показал значительное возрастание численности целлюлозоразлагающей микрофлоры при использовании всех изучаемых сорбентов (таблица 3).

Таблица 2. – Микробиологический анализ торфопометных компостов, полученных при пассивном компостировании

НАИМЕНОВАНИЕ ОБРАЗЦА	Численность микроорганизмов КОЕ/г абсолютно сухого вещества											
	Использующие органические формы азота МПА · 10 ⁶	Использующие минеральные формы азота на среде КАА			Целлюлозоразрушающие формы на среде Гетчинсона · 10 ³			Грибы на среде Чапека · 10 ³	Денитрифицирующие · 10 ³	Нитрифицирующие · 10 ³	Влажность, %	
		Общее · 10 ⁶	в том числе		Общее · 10 ⁶	в том числе						
		Бактерии	Актиномицеты		Бактерии	Грибы	Актиномицеты					
Компост без укрытия (контроль)	1145	1336	424	914	7683	262	252	7169	535	не опр.	не опр.	45,6
Компост (укрытие – торф)	979	1010	156	854	1364	10	7,0	1347	311	-	-	47,2
Компост (укрытие – глина)	453	726	143	584	1294 9	118	154	12677	524	-	-	46,4
Компост (укрытие – пленка)	531	592	83	509	3486	150	118	3218	234	-	-	45,2

Таблица 3. – Микробиологический анализ торфопометных компостов, полученных при аэробной ферментации

НАИМЕНОВАНИЕ ОБРАЗЦА	Численность микроорганизмов КОЕ/г абсолютно сухого вещества											
	Использующие органические формы азота МПА · 10 ⁶	Использующие минеральные формы азота на среде КАА			Целлюлозоразрушающие формы на среде Гетчинсона			Грибы на среде Чапека	Денитрифицирующие	Нитрифицирующие	Влажность, %	
		Общее · 10 ⁶	в том числе		Общее · 10 ⁶	в том числе						
		Бактерии	Актиномицеты		Бактерии	Грибы	Актиномицеты					
Компост без сорбента (контроль)	4060	6465	6296	169	2264	194	15	2055	252	-	-	51
Компост (сорбент – глина)	8118	4453	2588	1865	14956	430	99	14428	257	-	-	43
Компост (сорбент – цеолит)	5700	8417	8196	221	532	19	19	494	376	-	-	47
Компост (сорбент - торф)	15199	16170	15470	700	386	246	28	113	84	-	-	52

Выводы

В результате проведенных исследований при производстве торфопометных компостов методом аэробной ферментации были получены следующие результаты:

1. наименьшее сокращение потерь физической массы (16,5%) отмечено при использовании торфа в качестве сорбента;

2. потери общего азота при использовании торфа, глины и цеолита как в качестве сорбентов, так и в качестве наполнителей, снизились в среднем в 1,6 раза по сравнению с контролем;

3. наименьшие потери аммиака при компостировании торфопометной смеси в аэраторе были зафиксированы при использовании глиняного сорбента, а общего азота – при использовании торфа и цеолита.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сельское хозяйство России // Буклет МСХ РФ. Москва: ФГБНУ «Росинформагротех». – 2016. – 52 с.
2. Лысенко, В.П. Переработка отходов птицеводства / В.П.Лысенко. – Сергиев Посад: ВНИИТП. – 1998. – 151 с.
3. Методические рекомендации по технологическому проектированию систем удаления и подготовки использования навоза и помета РДК-АПК 1.10.15.02-08 // Министерство сельского хозяйства РФ. Москва, 2008. – 91 с.
4. Ковалев, Н.Г. Микробиологические особенности аэробной биоферментации / Н.Г. Ковалев [и др.] // Доклады РАСХН. - 1999.- № 3. - С. 51-54.
5. “Smart Gardening Information Sheet. Backyard Composting Questions and Answers”. – Department of Public Works Environmental Programs Division. Countywide Smart Gardening Program. – Publication #SG-2, December 2002. www.ladpw.org
6. Community Backyard Composting Programs. Can reduce waste & Save Money: The Composting Council. National Backyard Composting Program Cost-Benefit Analysis of Home Composting Programs in the United States. – 1996. – NC State University. College of Agriculture & Life Sciences.
7. Никольский, К. С. Изучение влияния физико-химических свойств, нативной природы органогенных материалов и микробиологических добавок на процесс компостирования и на свойства получаемых конденсированных (твердых) органических удобрений / К. С. Никольский, В. В. Рябков // Химия растительного сырья. – 2005. – № 4.
8. Агрохимические методы исследования почв / под редакцией А.В.Соколова. 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Наука, 1975. – 656 с.
9. Ковалев, Н. Г. Основные направления совершенствования технологических средств производства удобрений путем ускоренной биоконверсии органического сырья, получаемого на предприятиях агропромышленного комплекса / Н.Г.Ковалев //Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. – 2012. – №. 4. – С. 3-12.

Поступила 7.09.2017