УДК: 658.567.1:630

Е.М.РОМАНОВ

Марийский государственный технический университет, г.Йошкар-Ола

ПРОБЛЕМЫ И ПРИРОДООХРАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УТИЛИЗАЦИИ КОММУНАЛЬНО-БЫТОВЫХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ ПРИ ЛЕСОВЫРАЩИВАНИИ

Рассмотрены проблемы обращения с отходами. Установлены основные направления их утилизации в лесном хозяйстве. Описаны биотехнологические аспекты и технологии производства нетрадиционных удобрений.

The problems of wastes utilization are considered. The basic directions of their recycling in forestry are established. The biotechnological aspects and "know-how" of nonconventional fertilizers are described.

В настоящее время количество и разнообразие отходов стремительно растет. Но на федеральном и региональном уровне не существует единой стратегии по обращению с ними. Основная масса отходов по-прежнему подвергается захоронению. Более предпочтительным является депонирование органических отходов с установлением четких перспектив их использования в будущем или превращение отходов во вторичные ресурсы с получением конечной продукции. При разработке концепции утилизации органических отходов необходимо иметь информацию об их свойствах и классифицировать их по месту образования отходов, виду, составу, направлениям использования, степени изученности и разработанности технологий утилизации. Составленная нами схема классификации органических отходов Республики Марий Эл, которая может служить основой создания банка данных органических отходов и технологий их переработки, в том числе и в лесном хозяйстве.

Одним из наиболее доступных способов переработки органических отходов при лесовыращивании является получение нетрадиционных органических удобрений методом компостирования. Для аэробного процесса разложения необходимы оптимальные физические, химические и биологические условия, которые определяются, в основном, видом, структурой и соотношением исходных компонентов, а также способом компостирования и применяемыми машинами и механизмами.

Целью проекта является научное обоснование биотехнологических процессов производства удобрений из коммунально-бытовых и промышленных органических отходов и разработка природоохранных технологий их утилизации при лесовыращивании и зеленом строительстве населенных пунктов. Задачи исследований следующие:

- дать экологическую и агрохимическую оценку некоторых видов органических отходов: осадков сточных вод, гидролизного лигнина (ГЛ), опила, коры, листового опада населенных пунктов и др. – с точки зрения возможности их утилизации при лесовыращивании;
- разработать технологии производства нетрадиционных удобрений и субстратов на основе коммунально-бытовых и промышленных органических отходов непосредственно в лесных хозяйствах.

Опытные бурты закладывались с использованием имеющихся на предприятиях машин и механизмов. Качество перемешивания компонентов компостирования после прохода агрегатов определялось визуально по раскопкам перемешиваемой массы, а также по данным агрохимического

анализа шести смешанных образцов ($pH_{сол}$, $C_{общ.}$, $N_{общ}$), которые отбирались в верхней (0-15 см) и нижней (15-30 см) частях перемешиваемой массы. Исследование процесса компостирования заключалось в измерении температуры смеси в шести точках бурта термометром на глубине 1 м от поверхности один раз в 3-5 дней на протяжении всего процесса компостирования, а также путем изучения целлюлозоразрушающей активности по методике Звягинцева. Отбор образцов для изучения агрохимических показателей нетрадиционных удобрений, компостных смесей и их ингредиентов проводился в трехкратной повторности. Влажность наполнителей, субстратов, их смеси и нетрадиционных удобрений измерялась термовесовым методом. Показатели качества нетрадиционных удобрений и их ингредиентов в смешанных образцах определялись по общепринятым методикам. Кроме того, нами разработана методика оптимизации внесения известковых материалов при нейтрализации избыточной кислотности технического гидролизного лигнина. Для оценки достоверности полученных данных использовались метод большой выборки, дисперсионный и регрессионный анализы.

Оптимальные условия для протекания компостирования определяются характеристиками исходных компонентов. Исследование физико-химических свойств некоторых видов органических отходов позволило разделить их по своим свойствам на две категории: наполнители и субстраты. К первой категории относятся органическая часть твердых бытовых отходов, солома, кора, опилки, щепа, подстилочный навоз, гидролизный лигнин и др. Ко второй категории относятся бесподстилочный навоз, иловые осадки очистных сооружений канализации и др. Смешением компонентов данных категорий можно добиться оптимизации параметров смеси по структуре, влажности и соотношению C : N.

Как показали исследования, расчет соотношения субстрата и наполнителя при производстве нетрадиционных органоминеральных удобрений удобно вести по их исходной влажности (оптимальная влажность компостной смеси W = 65-75 %):

$$M_н = (W_с - W)/(W - W_н),$$

где $M_н$ – масса наполнителя, т/т субстрата; $W_с$ – влажность субстрата, %; $W_н$ – влажность наполнителя, %.

В этом случае соотношение C : N будет близким к оптимальному (от 20 : 1 до 40 : 1), а минимальное свободное газовое пространство – около 30 %.

Другим важным показателем при составлении компостной смеси является ее кислотность (оптимальные значения 5,5-7,5). В силу того, что в отдельных случаях компоненты удобрений (например, гидролизный лигнин) имеют повышенную кислотность, необходимо проводить ее нейтрализацию. Нами определены нормы внесения известковых материалов при производстве нетрадиционных удобрений в случае, если одним из компонентов является технический гидролизный лигнин (табл.1).

Таблица 1

Нормы внесения известковых материалов (100 % $CaCO_3 + MgCO_3$) для нейтрализации гидролизного лигнина, кг/т

$pH_{сол}$ абсолютно сухого ГЛ	$pH_{сол}$ воздушно-сухого ГЛ*	Массовая доля влаги в ГЛ, %						
		30	35	40	45	50	55	60
1,50-2,00	1,77-2,27	32,1-22,8	28,2-20,5	25,0-18,4	22,3-16,7	20,0-15,2	18,0-13,9	16,4-12,8
2,05-2,50	2,32-2,77	22,1-17,1	19,9-15,5	17,9-14,2	16,3-13,0	14,8-12,0	13,6-11,1	12,5-10,3
2,55-3,00	2,82-3,27	16,6-13,3	15,1-12,2	13,8-11,3	12,7-10,4	11,7-9,7	10,8-9,0	10,1-8,4
3,05-3,50	3,32-3,77	13,0-10,6	11,9-9,9	11,0-9,2	10,2-8,6	9,5-8,0	8,9-7,5	8,3-7,1
3,55-4,00	3,82-4,27	10,4-8,7	9,7-8,1	9,0-7,6	8,4-7,2	7,9-6,7	7,4-6,3	6,9-6,0
4,05-4,50	4,32-4,77	8,5-7,3	8,0-6,8	7,5- 6,4	7,0-6,1	6,6-5,7	6,2-5,4	5,9-5,2

Примечание. Расчет выполнен при влажности ГЛ 7,5 %.

Весь технологический процесс приготовления компостов на основе органических отходов может быть осуществлен машинами и механизмами, имеющихся в лесхозах:

- погрузка субстратов (влажностью менее 85 %) и наполнителей – экскаваторами и погрузчиками (ЭО-2621; ПФН-1; ПФН-2; Д-660 и др.);
- транспортировка субстратов (влажностью менее 85 %) и наполнителей – самосвальными автомобилями и тракторными прицепами (ГАЗ-53Б; ЗИЛ-554М; КамАЗ-5102; 2-ПТС-4 и др.); субстратов (влажностью более 85 %) – специально оборудованными машинами (РЖТ-4М; МЖТ-6; РЖТ-8; РЖТ-16 и др.);
- транспортировка и внесение минеральных добавок – разбрасывателями НРУ-0,5, 1-РМГ-4 или РУМ-8;
- перемешивание компонентов – смесителями, дисковыми боронами, плугами, культиваторами и фрезами (СН-2; БДТ-3; ПЛН-4-35; ФБН-1,5; КВФ-2,8; ФЛУ-0,8 и др.);
- формирование слоя наполнителя и субстрата, «корыта», бурта и перебуртовки – бульдозерами (ДЗ-42; ДЗ-109; ДЗ-110; БГН-4 и др.).

Выбор технологии производства нетрадиционных удобрений зависит от исходной влажности компонентов, в первую очередь субстрата (табл.2).

Таблица 2

Технологические схемы производства нетрадиционных органических удобрений в условиях лесхозов

Технологические операции	Площадный способ при влажности субстрата, %		На отвалах наполнителя при влажности субстрата, %	
	более 85	менее 85	более 85	менее 85
Погрузка и транспортировка наполнителя	+	+	–	–
Формирование слоя наполнителя (площадки)	+	+	–	–
Формирование ровной площадки на отвалах наполнителя	–	–	+	+
Внесение минеральных добавок и смешение их с наполнителем	При необходимости			
Формирование «корыта» из наполнителя	+	–	–	–
Погрузка и транспортировка субстрата	+	+	+	+
Формирование слоя субстрата по слою наполнителя	–	+	+	+
Заполнение «корыта» субстратом	+	–	–	–
Смешение компонентов	–	+	–	+
Формирование бурта и перебуртовки	+	+	+	+

О протекании процессов компостирования можно судить по изменению температуры смеси. Для повышения интенсификации и равномерности протекания процесса разложения компонентов смеси по всему объему бурта необходимо проведение перебуртовок, а при сильном пересыхании добавление воды до оптимальных показателей (около 70 % массовой доли). Кроме того, нужно подбирать такие технические средства, которые бы не уплотняли основание бурта при его формировании и перебуртовках.

Многие компоненты нетрадиционных удобрений, в первую очередь промышленные и коммунально-бытовые отходы, загрязнены тяжелыми металлами, синтетическими поверхностно-активными веществами, красителями, яйцами гельминтов, патогенными микроорганизмами и другими вредными примесями. Это вынуждает в целях охраны природы, предотвращения загрязнения почвенно-растительного покрова, грунтовых вод и водоемов вести строгий контроль за химическим составом и биологическими свойствами используемых нетрадиционных удобрений. Поэтому были разработаны следующие требования к нетрадиционным удобрениям:

Показатель	Норматив
Содержание влаги по массе, %, не более	65
Органическое вещество, % на сухое вещество, не менее	50

Кислотность, pH (солевая)	6,0-7,0
Азот общий, %	0,80-1,60
Фосфор общий, %, не менее	0,60
Калий общий, %, не менее	0,40
Отношение углерода к азоту: базисное (ограничительное), не более	20 : 1
Содержание частиц размером от 20 до 50 мм, %, не более	10
Яйца гельминтов (жизнеспособные)	0
Патогенные энтеробактерии клеток	0
Свинец, мг/кг, не более	1000
Мышьяк, мг/кг, не более	20
Ртуть, мг/кг, не более	15
Кадмий, мг/кг, не более	30
Никель, мг/кг, не более	400
Хром, мг/кг, не более	1200
Марганец, мг/кг, не более	2000
Цинк, мг/кг, не более	4000
Медь, мг/кг, не более	1500
Колититр, г, не менее	0,01
Патогенные энтеробактерии клеток	0

Разработанные технологии получения нетрадиционных удобрений на основе органических отходов апробированы и внедрены в производство в Кададинском ОЛХ Пензенской области, учебно-опытном лесхозе МарГТУ и Мушмаринском лесном питомнике НП «Марий Чодра» Республики Марий Эл, Санчурском лесхозе Кировской области. Результаты исследований позволили разработать новый курс «Управление отходами производства и потребления», в ходе изучения которого студенты не только изучают проблемы и природоохранные технологии утилизации отходов, но учатся разрабатывать проекты нормативов образования и лимитов размещения отходов.