

УДК 631.895:630\*232.32/329

*Е.М. РОМАНОВ, Д.И. МУХОРТОВ*

Марийский государственный технический университет



Романов Евгений Михайлович родился в 1948 г., окончил в 1971 г. Марийский политехнический институт, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесных культур, механизации, лесохозяйственных работ и лесозащиты Марийского государственного технического университета. Имеет более 50 печатных работ в области биологии молодых древесных растений, совершенствования лесопитомнического дела и утилизации органических отходов при лесовыращивании.



Мухортов Дмитрий Иванович родился в 1972 г., окончил в 1995 г. Марийский политехнический институт, аспирант кафедры лесных культур, механизации лесохозяйственных работ и лесозащиты Марийского государственного технического университета. Имеет 4 печатные работы в области совершенствования технологий выращивания лесопосадочного материала

### **БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОИЗВОДСТВА НОВЫХ ОРГАНО-МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ДЛЯ ЛЕСНЫХ ПИТОМНИКОВ**

Рассмотрены биотехнологические аспекты получения новых органо-минеральных удобрений на основе отходов гидролизно-дрожжевых предприятий. Обоснованы экологические и агрохимические требования к исходным компонентам, удобрениям; описаны технологии их производства в лесных питомниках.

The biological and technological aspects of manufacturing new organic and mineral fertilizers produced on the basis of industrial hydrolysis yeast wastes have been considered. The ecological and agrochemical requirements both for the initial components and fertilizers are well-grounded, and their production technologies in forest three nurseries are described.

Оптимизация почвенной экологии в лесных питомниках является одной из важнейших задач. Ее невозможно решать без пополнения запасов в почве органического вещества, в том числе и за счет применения местных удобрений. К их числу можно отнести и новые органо-минеральные удобрения для лесных питомников, которые получены из отходов гидролизно-дрожжевых производств. По своим агрохимическим свойствам они не уступают торфу, навозу и другим видам традиционных удобрений, а по некоторым параметрам даже превосходят их [3].

Для наиболее многотоннажных отходов – гидролизного лигнина (ГЛ) – сама природа предопределила роль активного участника гумусообразования [6]. В его состав входит лигнин древесины, полисахариды, моносахариды, минеральные и органические кислоты, зольные элементы и некоторые другие соединения. Повышенная стойкость к действию микроорганизмов не позволяет ему быстро разлагаться в почве. Применение немодифицированного ГЛ возможно в качестве структурообразователя, но должно сопровождаться нейтрализацией его кислотности и внесением в почву повышенных доз минеральных удобрений.

Указанные выше характеристики делают ГЛ одним из ценных вторичных ресурсов для производства удобрений при условии, что другие компоненты восполняют имеющиеся у него недостатки и выравнивают свойства компостной смеси (табл. 1).

Таблица 1  
Основные выравнивающие свойства дополняющих компонентов

Показатель	Группа А	Группа В
Структура	Крупная	Мелкая
Содержание воды	Низкое	Высокое
Величина рН	Низкая	Высокая
Соотношение С : N	Широкое	Узкое

ГЛ относится к компонентам группы А. Свойствами группы В обладают другие органические отходы, в том числе иловые осадки (ИО) и гидролизный шлам (ГШ).

Согласно требованиям к качеству сточных вод и их осадков, используемых для орошения и удобрения, в ИО не должно содержаться жизнеспособных яиц гельминтов, патогенных энтеробактерий клеток, титр  $Coli \geq 0,01$ . Как правило, при существующей технологии работы

Таблица 2

## Агрохимическая и санитарно-гигиеническая характеристика иловых осадков

Показатели	Значения показателей для ИО			
	Кададинского ОЛХ		Суслонгерского ГДЗ	
	Производственные ГДЗ+бытовые стоки	Бытовые стоки	№ 1	№ 2
Влажность, %	82,0	83,0	97,2	98,1
Органические вещества, %	46,5	56,6	—	—
pH (солев.)	6,9	5,9	6,8	5,8
Углерод, %	23,4	28,3	47,6	55,2
Азот общий, %	2,68	2,53	3,70	6,80
N-NH <sub>4</sub> , мг/кг	0,130	0,095	64,500	49,700
N-NO <sub>3</sub> , мг/кг	15,20	110,00	0,08	—
Фосфор общий, %	1,13	1,64	1,20	1,90
Калий общий, %	0,67	0,68	0,80	1,40
Соотношение C : N	8,7:1,0	11,2:1,0	12,9:1,0	8,1:1,0
Подвижный P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг	—	—	32,7	177,0
Обменный K <sub>2</sub> O, мг/кг	—	—	30,2	143,0
Металлы, мг/кг:				
Fe	—	—	219,0	153,0
Pb	34,5	58,0	—	—
Cd	3,34	3/30	2,16	4,02
Ni	25,50	22,20	42,25	76,80
Mn	—	—	229,0	537,0
Zn	288,5	487,0	82,0	144,2
Cu	60,5	103,9	67,0	70,8
Титр Coli	0,004	0,004	0,004	0,004
Яйца гельминтов, шт./кг	Единичные яйца аскарид	Не обнаружены	150	100

Примечание. № 1 – ИО с иловой площадки (срок хранения около года); № 2 – ИО в вторичных отстойниках.

очистных сооружений данные нормативы не выдерживаются, что было подтверждено и нашими исследованиями (табл. 2). В то же время содержание тяжелых металлов не превышает предельно допустимых норм и не может быть лимитирующим фактором применения ИО в качестве удобрений [5].

ГШ имеет меньшую, чем ИО, влажность (82...86 %), содержит в своем составе общий азот (около 1 %) и водорастворимые элементы питания (N-NH<sub>4</sub>, K<sub>2</sub>O, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>).

Оптимальные условия для протекания аэробного процесса разложения при компостировании определяются главным образом химическим составом, влажностью, структурой и соотношением исходных компонентов. Максимальных значений (более 50 °С) температура достигала в смеси из ГЛ, ГШ и ИО, в которой было наиболее сбалансировано содержание основных макроэлементов (влажность в процессе ком-

постирования составляла 68...72 %). В смесях из двух компонентов (ГЛ : ГШ; ГЛ : ИО) температура поднималась в первые два месяца компостирования лишь до 36...40 °С. Разная интенсивность процесса компостирования связана и с различным соотношением групп микроорганизмов. Трехкомпонентная смесь содержала больше целлюлозоразрушающих, в то время как количество сапрофитных бактерий и сахаролитических грибов во всех трех смесях было практически одинаковым.

Наиболее интенсивно компостирование протекает при влажности 65...75 %. Другим значимым фактором является соотношение углерода и азота в смеси, величина которого должна быть в пределах (25...40) : 1 [4]. Более низкое содержание углерода приводит к потерям аммиачного азота, а более высокое замедляет скорость разложения. Кроме того, реакция среды должна быть в пределах рН 5,5...7,5, укладка смеси – рыхлой. Компостирование необходимо вести так, чтобы более длительное время оптимальная для жизнедеятельности термофильных бактерий температура сохранялась на уровне 55 °С [2]. Перебуртовку производят при снижении температуры в штабеле до 30...35 °С. Компост считается созревшим, если температура после перебуртовки больше не повышается. Наблюдения показали, что продолжительность компостирования должна быть не менее года. Объясняется это преобладанием в ГЛ трудногидролизуемых веществ, которые устойчивы к воздействию микроорганизмов.

Экспериментально установлено, что за определяющий показатель при составлении рецептов смесей следует брать их влажность. Для приготовления двухкомпонентных смесей с использованием в качестве второго компонента ИО целесообразно предварительно нейтрализовать кислотность лигнина известью. Это упрощает технологию производства, снижает себестоимость и в то же время обеспечивает требуемое качество [1]. Потребность в ГЛ определяется по следующей формуле:

$$M_{\text{гл}} = (W_{\text{ио}} - W_{\text{кс}}) / (W_{\text{кс}} - W_{\text{гл}}),$$

где  $M_{\text{гл}}$  – количество ГЛ на 1 т ИО, т;

$W_{\text{ио}}, W_{\text{кс}}, W_{\text{гл}}$  – влажность ИО, компостируемой смеси и ГЛ, %.

Обеспечить в процессе компостирования оптимальные для жизнедеятельности микроорганизмов условия и получить удобрение высокого качества на основе лишь ГЛ и ИО не представляется возможным в случае высокой влажности последнего (более 85 %). Это в конечном счете приводит к снижению содержания в смеси азота и биогенных элементов. Внесением в нее мочевины (3...5 кг/т) или аммиака водного технического (6...10 кг/т), а также фосфоритной муки (1...2 % от массы компостируемого ГЛ) возможно активизировать этот процесс и существенно повысить качество компоста.

Ускорить процесс созревания и повысить качество удобрения можно и введением в смесь из ГЛ и ИО еще одного компонента – ГШ. Тогда от обогащения ее минеральными удобрениями можно отказаться.

Доля ГШ при этом обычно составляет 10...25 %. Более точно ее определяют на основе учета влажности всех трех компонентов.

Качество и соотношение между компонентами должно быть такое, чтобы конечный продукт удовлетворял следующим требованиям: влажность – 65 %; рН (солев.) – 5,5...7,0; содержание в сухом остатке азота – 0,8...1,6 %, фосфора – 0,6...0,9 %, калия – не менее 0,4 %; соотношение С : N = (20...40) : 1.

В Кададинском опытном лесхозе Пензенской области для получения удобрения использовали ГЛ, ИО, известь. Технологический процесс состоял из следующих операций: выравнивание бульдозером ДЗ-110 в отвале площадки; разбрасывание извести по слою лигнина с помощью НРУ-0,5; перемешивание ГЛ и извести с помощью роторного культиватора КВФ-2,8 в агрегате с МТЗ-80 на глубину до 14 см, а затем плугом ПЛ-3-35 (трактор ТДТ-55) на глубину до 30 см; погрузка иловых осадков погрузчиком Д-660 на автомашину марки КАМАЗ-55102 и их доставка к месту компостирования; формирование слоя иловых осадков по ГЛ бульдозером ДЗ-110; перемешивание ИО и ГЛ в два приема, с помощью ПЛ-3-35 и КВФ-2,8; формирование бурта и перебуртовка бульдозером. Технологическая себестоимость производства 1 т удобрения составила при этом 9809,9 руб.

Технология получения удобрения в Мушмаринском питомнике Марий Эл, где к ГЛ добавляли ИО и ГШ, была несколько иной: погрузка ГЛ экскаватором ЭО 2621 и доставка из отвалов на тракторных тележках 2ПТС-4; на площадке компостирования бульдозером ДЗ-42 разравнивание ГЛ слоем 0,3 м; с помощью НРУ-0,5 внесение известковой муки, ее перемешивание с ГЛ боронкой БДТ-3 в агрегате с трактором МТЗ-80; затем формирование еще одного слоя смеси. Образовавшуюся своеобразную подушку из ГЛ толщиной 0,6...0,7 м со всех сторон закрывали с помощью бульдозера ДЗ-42 валом высотой 1,5 м; с помощью РЖТ-4М в штабель закачивали ИО и ГШ. После заполнения штабель оставался лежать около 2 мес. За это время в результате впитывания и испарения происходило сгущение смеси ИО и ГШ. Затем с помощью бульдозера и экскаватора формировали компостный бурт.

Исследования показали высокую эффективность удобрения как мелиоранта почв, повышающего в конечном итоге качество семян и их выход с единицы площади. За счет производства 1500 т данного удобрения только по Мушмаринскому питомнику в 1996 г. получен экономический эффект в сумме 17 404,5 тыс. руб.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Методические указания по контролю качества органических удобрений. - М.: ЦИНАО, 1981. - 48 с. [2]. Производство местных органических удобрений / Пер. с нем. А.Н. Ключкина. - М.: Колос, 1983. - 56 с. [3]. Романов Е. М. Новое органо-минеральное удобрение для лесных питомников // Лесное хозяйство. - 1996. - № 1. - С. 42 - 43. [4]. Торф в сельском хозяйстве Нечерно-

земной зоны. Справочник / В.Н. Ефимов, И.Н. Донских, Л.М. Кузнецова и др. - Л.: Агропромиздат. Ленингр. отд-ние, 1987. - 303 с. [5]. Требования к качеству сточных вод и их осадков, используемых для орошения и удобрения. - М.: М-во сельс. хоз-ва и продовольствия РФ. - 1995. - 35 с. [6]. Чудаков М.И. Использование лигнина и его производных в сельском хозяйстве // Научно-технический семинар по использованию лигнина и его производных в сельском хозяйстве: Тез. докл. - Л.: Пушкин, 1989. - С. 1 - 4.

---