

ТРАНСФОРМАЦИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПРОЦЕССЕ ВЕРМИКОПОСТИРОВАНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ

Н.П. Рещецкий

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»
г. Горки, Республика Беларусь

Применяемые в сельском хозяйстве как традиционные (навоз), так и нетрадиционные (твердые бытовые отходы - ТБО, осадки сточных вод - ОСВ, промышленные компосты и др.) органические и органоминеральные удобрения обладают рядом отрицательных физико-химических, биологических, санитарно-гигиенических свойств. Это ограничивает масштабы их использования в чистом виде по причине усиления требований к качеству применяемых средств удобрения и получаемой растительной продукции в связи с переходом на экологическое земледелие. Поэтому в последнее время все большее распространение получает так называемая биологическая технология переработки их в удобрение с помощью дождевых червей или вермикомпостирование. Получаемый при этом вермикомпост или биогумус обладает ценным комплексом улучшенных свойств [1]. Однако, несмотря на существенные изменения в организме червей перерабатываемых веществ, в конечном продукте сохраняются особенности химического состава и свойств исходных субстратов [2]. С учетом широкой вариабельности химического состава и свойств исходных субстратов и технологических приемов вермикомпостирования получаемые конечные продукты не всегда отвечают предъявляемым к ним требованиям, особенно по содержанию загрязняющих веществ. Среди загрязнителей особую опасность представляют тяжелые металлы (ТМ). Тенденция такова, что в последнее время их количество возрастает и в навозе, не говоря об ОСВ и ТБО, которые отличаются высокой концентрацией такого типа поллютантов.

Имеющиеся сведения о трансформации ТМ в процессе вермикомпостирования характеризуются большим разнообразием, порой противоречивы [3]. Однозначно, что дождевые черви способны накапливать ТМ в своих тканях [4]. Нет пока единого мнения о размерах поглощения червями отдельных ТМ и об их содержании в продуктах переработки, что обусловило основную цель исследований. ОСВ и ТБО, характеризующиеся высоким содержанием ТМ, являются хорошим объектом для изучения этого вопроса.

В статье приводятся лишь результаты о поведении ТМ, полученные в лабораторных экспериментах по вермикомпостированию ТБО и ОСВ (г. Могилев), а также навоза КРС. Исследования выполнены в Бе-

лорусской государственной сельскохозяйственной академии. Для получения вермикомпостов использована культура гибрида красного калифорнийского червя *Eisenia fetida*. Определение ТМ выполнено методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии.

Лабораторный опыт по вермикомпостированию ОСВ совместно с ТБО в соотношении 1:1 с целью изучения содержания ТМ в конечном продукте проводили в вегетационных пластмассовых сосудах, которые на 2/3 объема заполняли смесью. Схема опыта включала 4 варианта. Сосуды 1-го и 2-го вариантов сразу поливали водой, 3-го и 4-го - навозной жижей КРС, поскольку исходная влажность смеси составляла около 10 %. Затем все сосуды прикрыли полиэтиленовой пленкой для снижения испаряемости влаги и в таком состоянии выдерживали 2 недели. Затем смесь заселяли дождевыми червями. В дальнейшем влажность в сосудах поддерживали на уровне 60-65 % обыкновенной водой.

Сравнительный анализ содержания ТМ показал, что в конечных продуктах не наблюдается ожидаемого снижения ТМ, а даже происходит некоторое увеличение их относительного содержания по отдельным элементам (табл. 1).

Таблица 1. Содержание ТМ в смеси ТБО+ОСВ и вермикомпостах, мг/кг сухого вещества

Вид материала	Срок отбора проб	Cd	Pb	Си	Zn	Mn	Co	Ni	Cr
Исходная смесь ТБО+ОСВ	Перед компостированием	4,7	117	152	799	159	24	122	270
ВК-1	Через 1 месяц	5,2	132	115	746	151	24	115	330
ВК-2	Через 1 месяц	5,1	123	112	742	148	24	143	390

Примечание: ВК-1 - полив водой; ВК-2- полив жижей КРС.

Так в вермикомпосте 1 содержание кадмия возросло на 10,6 %, свинца - на 11,5 %, хрома - на 12,2 %, кобальта - на 11,5 %.

Что касается меди, цинка, марганца, то отмечено некоторое снижение их количества в конечном продукте соответственно на 24,3 %, 6,6 и 5 %. Теоретически это объяснимо, так как из 1 тонны органических отходов, переработанных червями, образуется около 600 кг органического удобрения [3]. В нашем опыте масса бытовых отходов снизилась почти на 50 % через месяц компостирования. Поэтому относительное количество металлов в вермикомпосте возросло, несмотря на то, что часть их поглотилась организмом червей.

Таблица 2. Содержание различных по доступности форм тяжелых металлов

в исходных субстратах и вермикомпостах, мг/кг сухого вещества

Элементы	ОСВ			ОСВ+солома			Навоз			ВКосв			ВКनावоз		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Cd	6	3,1	0,20	5,7	2,9	0,09	0,81	0,39	0,04	6,8	2,4	0,05	0,88	0,27	0,02
Pb	107	56	11	100	52	9,1	29	15,1	1,6	109	38	3,4	31	9,7	1,1
Си	274	145	32	251	126	86	33	20	3-1	221	120	21	30	15	2,6
Zn	476	241	8Д	421	213	6,5	59	27	6.1	401	164	3,1	55	19	5Д
Mn	820	425	41	750	383	3,6	205	121	9,5	805	314	20	230	101	7,2
Cr	320	157	5,7	311	121	3,4	128	51	1,3	310	103	2,0	132	42	0,91

Существенного влияния на содержание ТМ полив навозной жижой не оказал, хотя это способствовало лучшему ходу процесса вермикомпостирования.

Для экологической оценки вермикомпоста очень важно знать не только общее содержание, но и фракции ТМ по их доступности растениям. Поэтому в другом лабораторном опыте изучался вопрос о трансформации ТМ в процессе вермикомпостирования (табл. 2).

Опыт осуществляли в пластмассовых ящиках 70x30x20 см. повторность опыта - трехкратная. Субстрат для зачервления готовился из смеси свежего ОСВ с иловых полей влажностью 70 % и измельченной соломы в соотношении 3:1. подготовка субстрата заключалась в компостировании смеси ОСВ: солома, а также отдельно навоза КРС в течение восьми недель при влажности 60-75 %. Технологические параметры эксперимента: влажность перерабатываемого субстрата - 75-80 %, температура - 18-20 °С, продолжительность вермикомпостирования - два месяца. Отбор проб на содержание ТМ проводили через один месяц после закладки опыта.

Определяли валовые, потенциально-доступные (1 М HNO₃) и легкодоступные растениям водорастворимые и растворимые в слабых кислотах формы (аммонийно-ацетатный буфер с рН 4,5) фракции ТМ.

Из данных табл. 2 видно, что в процессе вермикомпостирования произошли изменения как в общем содержании ТМ в конечных продуктах, так и в их фракциях. Валовое содержание ТМ в вермикомпостах по сравнению с исходными субстратами изменилось незначительно.

Так, количество Cd и Pb возросло в 1,07-1,2 раза, а Zn и Си незначительно снизилось. Значительно большей контрастностью характеризуются данные по фракциям ТМ.

Так на долю потенциально доступных форм как в ОСВ, так и в навозе приходится не менее 50 % от валового содержания ТМ. В вермикомпостах доля этих фракций значительно ниже и составляет 30-40 %. Эта закономерность отмечается по отношению ко всем ТМ. Еще замет-

нее уменьшилась доля легкодоступной фракции ТМ. Одна из причин состоит в том, что ТМ в процессе вермикомпостирования входят в состав соединений хелатного типа и становятся менее доступными для растений [1].

Полученные в условиях экспериментов данные не дают однозначного ответа на вопрос о целесообразности использования вермикультуры для переработки органических отходов с высоким содержанием ТМ, но позволяют считать, что ситуация с ТМ в конечных продуктах значительно улучшается.

Во-первых, часть их поглощается организмами червей. По данным В.А. Касатикова [4] выявлено наличие накопления ТМ биомассой дождевых червей со следующими уровнями коэффициента биологического поглощения, достигающих для Си, Ni, Zn, Cd и Сг значений, равных 5,0, 5,0, 5,0, 12,0 и 23,0 единиц соответственно.

Во-вторых, снижается подвижность ТМ за счет увеличения в вермикомпостах более труднодоступных для растений фракций ТМ.

В третьих, вермикомпосты являются малообъемным видом удобрения с пролонгированным действием. Дозы их внесения невелики и колеблются в пределах от 1 до 5 т/га, с которыми в почву будет поступать меньшее количество ТМ с пониженной миграционной способностью. Однако длительное применение такого вида удобрения может приводить к загрязнению почвы металлами.

Поэтому вопрос о целесообразности вермикомпостирования ОСВ, ТБО и других видов органических отходов должен решаться в каждом конкретном случае с учетом их свойств, объемов накопления, содержания ТМ и способов применения конечных продуктов и обязательной экологической экспертизой.

Литература:

1. Агрэкология / Черников В.А., Алексахин Р.М., Голубев А.В. и др.; Под ред. Черникова В.А., Чекереса А.И. - М.: Колос, 2000. - 536 с.
2. Рещецкий Н.П. Агрэкологическая оценка вермикомпоста на основе осадка городских сточных вод // Приемы повышения плодородия почв, эффективности удобрений и средств защиты растений: Ма тер, межд. науч.-практ. конфер. - Горки, 2003. Ч.2. - С. 261-264.
3. Покровская С.Ф. Использование дождевых червей для переработки органических отходов и повышения плодородия (вермиккультура). - М.: ВНИИТЭН. Агропром, 1991. - 29 с.
4. Касатиков В.А. Влияние вермикомпостов на основе осадков городских сточных вод на накопление тяжелых металлов в системе почва-растение // Дождевые черви и плодородие почв: Маг. 1-ой между. Конференции. - Владимир, 2002.-С.116-118.

Резюме

В ходе лабораторных опытов установлено, что использование вермикультуры для переработки осадков сточных вод, твердых бытовых отходов не решает полностью проблему очистки их от тяжелых металлов.

Однако вермикомпостирование расширяет возможности получения удобрений с улучшенными экологическими свойствами: в вермикомпостах снижается как относительное содержание отдельных ТМ, так и их миграционная способность. Целесообразность вермикомпостирования органических отходов с высоким содержанием тяжелых металлов должно определяться в каждом конкретном случае с учетом вермикомпостов, комплекса их свойств и путей использования.

Ключевые слова: лабораторный опыт, вермикультура, вермикомпостирование, вермикомпост, осадок сточных вод, твердые бытовые отходы, навоз, тяжелые металлы.

Summary

TRANSFORMATION OF HEAVY METALS IN THE PROCESS OF VERMICOMPOSTING ORGANIC WASTE

N. P. Reshetski

Belarussian State Agricultural Academy Gorki, Republic of Belarus

During the laboratory experiments it was established that the use of vermiculture to process sewage sediment, solid domestic waste does not completely solve the problem to clear wastes from heavy metals.

However vermicomposting increases the possibility to obtain the fertilizers with improved ecological characteristics: the relative content of heavy metals as well as their migratory capability decreases in vermicompost. The practicability of organic wastes vermicomposting with high content of heavy metals should be determined in every given case taking into account vermicomposts, their properties and the way of use complex.

Key words: laboratory experiment, vermiculture, vermicomposting, vermicompost, sewage sediment, solid domestic waste, manure, heavy metals.