

4. Оруджева Н. И. Микробиологическая характеристика разных типов орошаемых почв субтропической зоны Азербайджана / Н. И. Оруджева // Почвоведение. – Москва : Изд-во Наука, 2011. – № 3. – С. 1–9.
5. Полякова Н. В. Изменение некоторых микробиологических параметров почв лесостепи при сельскохозяйственном использовании / Н. В. Полякова, Н. В. Редькина // Агрохимия. – 2007. – № 8. – С. 71–75.
6. Шеуджен А. Х. Агрохимия / А. Х. Шеуджен, В. Т. Куркаев, Н. С. Котляров. – Майкоп : «Афиша», 2006. – 1075 с.
7. Orujova N. H. Biomorfogenetic Diagnostics of the Irrigative Soils Suitable for Vegetable in the Azerbaijan Subtropic Zone / N. H. Orujova, M. P. Babayev – New York, San Francisco, California 94105, USA. – 285 p. www.sciencepublishinggroup.com.

УДК 504.062.4

ОЦЕНКА ВОВЛЕЧЕНИЯ БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПРИРОДНЫЙ ЦИКЛ ПРИ КОМПСТИРОВАНИИ ОРГАНИЧЕСКОЙ СТАВЛЯЮЩЕЙ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ СО-

Приходько Вероника Юрьевна, кандидат географических наук, доцент, Одесский государственный экологический университет, *Украина, г. Одесса, vks26@ua.fm*.

Сафранов Тамерлан Абисалович, доктор геолого-минералогических наук, профессор, заведующий кафедрой экологии и охраны окружающей среды, Одесский государственный экологический университет, *Украина, г. Одесса, vks26@ua.fm*.

Шанина Татьяна Петровна, кандидат химических наук, доцент, Одесский государственный экологический университет, *Украина, г. Одесса, vks26@ua.fm*.

Захоронение твердых бытовых отходов на свалках и полигонах приводит к локализации биогенных элементов в теле полигона. Альтернативой этому является выделение легко разлагающейся органической части и последующая комплексная утилизация с получением биогаза и компоста.

Ключевые слова: твердые бытовые отходы, комплексная утилизация, биогаз, компост, парниковые газы, захоронение.

ESTIMATION OF NUTRIENTS INVOLVEMENT IN THE NATURAL CYCLE BY COMPOSTING OF MUNICIPAL SOLID WASTE ORGANIC PART

Prykhodko V. Yu., Safranov T. A., Shanina T. P.

The municipal solid waste disposal in landfills and dumps leads to the localization of nutrients in the body of the landfill. An alternative to this is the separation of the easily-decomposed organic waste types and the subsequent complex recovery with the production of biogas and compost.

Key words: municipal solid waste, complex recovery, biogas, compost, greenhouse gases, landfilling.

Введение. Несмотря на принятие поправки к Закону Украины «Об отходах», согласно которой с 2018 г. запрещается захоронение переработанных твердых бытовых отходов (ТБО), основным способом обращения с бытовыми отходами на Украине остается их вывоз и захоронение на полигонах и свалках. За 2017 г. в Украине образовалось около 52 млн м³ ТБО, из которых только 5,8 % переработано, в том числе 2,48 % – «утилизировано» (сожжено), 4,18 % – направлено на другие мусороперерабатывающие комплексы и около 0,003 % – компостировано. Остальные отходы (около 94 %) размещены на полигонах и свалках, которых, по состоянию на 2016 г., в Украине насчитывалось 5470 единиц, из них 309 (5,6 %) перегружены, а 1347 (25 %) не соответствуют нормам экологической безопасности. Такой подход к решению проблемы ТБО приводит к локализации их в границах мест захоронения. В этом случае единственной возможностью использования ресурсного потенциала может стать система сбора и утилизации биогаза. На 2017 г. в Украине такими системами оборудовано 13

полигонов, а количество утилизированного метана не превышает 2,5 % от общей массы метана, образующегося на свалках и полигонах Украины (данные Национального Кадастра). Таким образом, происходит иммобилизация биогенных элементов в теле полигонов ТБО [4], которая приводит к нарушению биогеохимических циклов этих элементов. Как показано в работе [5], через год 98 % углерода остается в теле полигона и лишь 2 % переходят в состав парниковых газов. Фактически нарушается естественный круговорот углерода, поскольку основная его масса остается локализованной на участке захоронения на длительное время – через 50 лет в атмосферу поступит (следовательно, включится в природный круговорот) только 27 % углерода. Как следствие, усиливается растущий дефицит гумуса в почвах, снижает плодородие почв и урожайность сельскохозяйственных культур. Всё это обуславливает важность разработки эффективных систем обращения с отходами, которые позволяют осуществить переход от валового сбора и захоронения к максимально возможному использованию ресурсного потенциала отходов.

Цель работы – оценка вовлечения биогенных элементов в природные циклы при комплексном обращении с ТБО.

Основной материал исследования. Сотрудниками кафедры экологии и охраны окружающей среды Одесского государственного университета разработана Концепция обращения с ТБО [2], основным требованием которой является отделение легко разлагающейся органической части ТБО в момент её образования от общего потока компонентов ТБО, т. е. недопущение смешивания органической фракции с общим потоком ТБО. Выполнение этого требования обеспечивает два важных следствия:

- стабилизацию и сохранение ресурсной ценности остальных компонентов ТБО (отсутствуют процессы гниения, резко снижается слипаемость компонентов ТБО, не образуется фильтрат), что резко повышает выход вторичных ресурсов на мусоросортировочных предприятиях с возможным достижением уровня «нулевых» отходов, т. е. произойдет замыкание части материального потока в рамках техносферы;

- отделенная органическая масса является экологически чистым сырьем для анаэробного сбраживания, в котором отсутствуют вредные (источники тока, медицинские отходы) и нежелательные компоненты (битое стекло, керамика). Биохимическая переработка этой массы позволит получить биогаз – альтернативный энергоноситель и высококачественное экологически чистое органоминеральное удобрение, при использовании которого биогенные элементы, содержащиеся в органических отходах, будут возвращены в природные биогеохимические циклы.

Оценка вовлечения биогенных элементов при внедрении Концепции и комплексной утилизации части биоразлагающихся отходов выполнена на примере Одесской промышленно-городской агломерации. В 2016 г. на полигон ТБО «Дальницкие карьеры», который обслуживает Одесскую промышленно-городскую агломерацию, вывезено 544,6 тыс. т отходов [6].

Авторами предложен способ биохимической утилизации, при котором органическая часть ТБО подвергается последовательной обработке: анаэробной ферментации с получением биогаза и твердого продукта (1 этап), а полученный твердый продукт подвергают аэробной компостированию (2 этап) [3]. Второй этап биохимической утилизации необходим для уменьшения массы твердых продуктов ферментации, которые, однако, можно рассматривать как удобрение, и при наличии потребителя второй этап можно не проводить.

Компоненты ТБО, которые не допускаются к смешению с общим потоком ТБО, являются сырьем для биохимической утилизации. Это 100 % пищевых, садово-парковых отходов и древесины, а также некондиционная макулатура (15 %). С учетом содержания таких компонентов в общей массе ТБО получается 268215 т сырья.

При оценке распределения углерода принимается, что переход углерода в сточные воды в процессе анаэробной ферментации равен нулю, поскольку имеет временный характер, а соединения углерода из сточных вод потребляются микроорганизмами-анаэробами, следова-

тельно, переходят в состав твердых продуктов ферментации. В отличие от захоронения, биохимическая утилизация значительно сокращает продолжительность разложения органических отходов и позволяет получить товарные продукты: биогаз, в который переходит 35 % углерода, и компост, в котором концентрируется 65 % углерода. При реализации 2-го этапа комплексной утилизации в состав компоста переходит 65 % углерода, содержащегося в твердых продуктах ферментации, а 35% поступает в атмосферу в составе CO_2 . Если не проводить второй этап комплексной утилизации органических отходов, то получим фактически нулевую эмиссию парниковых газов (CO_2 и паров H_2O).

С использованием данных по морфологическому и химическому составу ТБО [6], а также агрохимическим характеристикам компонентов ТБО [1] нами проведена оценка потоков биогенных элементов в органической части ТБО Одесской агломерации (таблица).

Таблица 1 – Характеристика потока биогенных элементов при анаэробном сбраживании органической части годового количества твердых бытовых отходов

Компоненты ТБО	Содержание, % от сухой массы			Содержание в органоминеральном удобрении, тыс. т		
	$N_{\text{общий}}$	P_2O_5	K_2O	$N_{\text{общий}}$	P_2O_5	K_2O
Пищевые отходы	2,45	0,60	2,15	1,31	0,03	1,15
Бумага, картон	0,35	0,26	0,16	0,26	0,19	0,12
Ветошь	1,00	0,20	0,10	0,15	0,03	0,01
Древесина	0,20	0,13	0,23	0,10	0,07	0,12
				1,82	0,32	0,35

Выводы. Полученные результаты наглядно показывают перспективность внедрения предложенного способа обращения с легко разлагаемой органической частью ТБО. Полученные товарные продукты позволяют вернуть углерод и биогенные элементы из ТБО в окружающую среду и включить их в природный круговорот.

ЛИТЕРАТУРА

1. Информационные материалы. Объемы, места размещения и переработки отходов производства и потребления на территории Московской области [электр. ресурс] http://compcentr.ru/library/Othodi/subject_5.pdf.
2. Оптимизация системы управления и обращения с муниципальными отходами в контексте устойчивого развития урбанизированных территорий / Т. А. Сафранов, Е. Р. Губанова, Т. П. Шанина, Ю. Приходько // Устойчивое развитие. – № 16 (март 2014). – С. 11–18.
3. Пат. 58436 Україна: МПК(2011.01) B09B3/00 № u 2010 11798 Спосіб комплексної утилізації твердих побутових відходів: заявл. 5.10.2010; опубл. 11.04.2011. – Бюл. № 7. – 8 с.
4. Тагилова О. А. Повышение экологической безопасности полигонов твердых бытовых отходов на основе анализа потоков органического углерода : Автореф дис. ... канд. тех. наук / О. А. Тагилова. – Специальность 25.00.36 «Геоэкология». – Пермь, 2006. – 23с.
5. Carbon redistribution during the stages of generation and destruction of municipal solid waste organic component / V. Prykhodko, T. Safranov, T. Shsanina, O. Ilyash // Tehnology, engineering and science – 2018. 36. Матеріалів I Міжнар. наук.-практ. конф. 24–25 жовтня 2018 р. Лондон-Полтава. Лондон : ПолНТУ, 2018. – С. 231–232.
6. Звіт з аналізу існуючого стану системи поводження з ТПВ в Одеській області за 2013–2017 рр. // ТОВ ЕСКО «Екологічні системи». – 2017. – 37 с.