

РЕЦИКЛИНГ ОРГАНИЧЕСКОЙ ФРАКЦИИ ТВЁРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ С ПОМОЩЬЮ ВЕРМИКОПОСТИРОВАНИЯ

И.Н. Титов¹, А.С. Сапаров², В.М. Кан²

¹ *Владимирский государственный университет, 600024, Россия, Владимир, пр. Строителей 11; E-mail: tit42@mail.ru,*

² *Казахский НИИ почвоведения и агрохимии им.У.У. Успанова, 050060, Алматы, пр. аль-Фараби, 75 в; E-mail: ab.saparov@yahoo.com*

Обзор посвящён проблеме переработки органической фракции муниципальных твёрдых бытовых отходов (ТБО) с помощью современных способов вермикомпостирования, которые являются в настоящее время экологически безопасными, социально приемлемыми и экономически выгодными технологиями рециклинга.

В результате чрезмерной концентрации населения в городах, появления мегаполисов обострилась ситуация с твердыми бытовыми отходами (ТБО). Горы отходов таких отходов стали одним из факторов, угрожающим существованию самой цивилизации в 21 веке.

Наибольшее практическое распространение в мировой практике получили такие методы утилизации ТБО, как захоронение и сжигание. Самым распространенным методом утилизации до настоящего времени остается захоронение. Альтернативой захоронению является сжигание ТБО. Но как свидетельствует опыт управления отходами ведущих стран мира, утилизация ТБО по принципу «закопать и забыть» или их сжечь в настоящее время не имеет и не может иметь перспектив. При первом способе происходит загрязнение территорий и грунтовых вод, а при втором – атмосферы, в которую попадают кроме CO₂ продукты неполного сгорания органических веществ. Таким образом, эти способы экологически вредны и экономически не выгодны.

Возможность повторного использования отходов или их рециклинг является одной из основных проблем экологии и экономики. С осознанием экологической угрозы устойчивому развитию общества становится популярной идея

организации рециклинга самых различных видов отходов [1]. Одной из проблем устойчивого развития является поддержание замкнутости природных циклов. Современная стратегия обращения с отходами, принятая в РФ, а также Директивы стран ЕС диктуют необходимость снижения поступления на полигоны органических отходов, которые составляют до 80 % от массы ТБО, и недопустимость их поступления в необработанном виде. В странах ЕС планируют к 2013 году снизить на 75 % поступление на полигоны органической фракции ТБО.

При выборе способа переработки органической фракции ТБО во многих странах мира предпочтение отдается биотехнологическим процессам, в частности, компостированию. В качестве компостируемых материалов можно использовать органическую фракцию муниципальных ТБО, а также бумагу, картон, пищевые и садовые отходы, лиственный опад, скошенную газонную траву, отходы перерабатывающей, целлюлозно-бумажной и фармацевтической промышленности [2].

Раздельный сбор бытовых отходов на сегодняшний день в Республике Казахстан, как в Российской Федерации не имеет широкого применения и находится пока еще на стадии экспериментов. С большой натяжкой к селективно-

му сбору можно отнести сбор картонной тары на предприятиях торговой сферы. Несмотря на то, что в этих странах до сих пор отсутствует отдельный сбор мусора, в крупных городах возможно применение методов компостирования органической фракции ТБО. Однако строительство заводов по механизированной переработке ТБО с применением основного технологического процесса аэробного компостирования в биоферментаторах в настоящее время не представляется возможным из-за высокой стоимости строительства и специального оборудования. Другим более доступным методом могло бы стать применение крупномасштабного компостирования органической фракции ТБО на открытых площадках в буртах. Существенным недостатком такого способа утилизации ТБО является значительная продолжительность процесса (4-6 месяцев). Кроме того, этот способ требует отчуждения больших земельных территорий [3].

Серьезную проблему для Казахстана представляют твердые бытовые отходы. Ежегодно в стране накапливается свыше 14 млн. м³ ТБО при норме от 1,3 до 2,2 м³ на одного жителя. Переработка твердых бытовых отходов на территории Республики Казахстан в настоящее время практически не производится.

Наиболее крупным производителем отходов всех видов является город Алматы. Все бытовые отходы г. Алматы, складываются на полигонах. Основным состав ТБО составляет: бумага и пищевые отходы. Существующий в г. Алматы мусороперерабатывающий завод действует как перегрузочный объект.

Город Алматы с населением свыше 1 млн человек является крупнейшим урбанизированным центром Казахстана. Одной из главных экологических проблем города является загрязнение окружающей среды отходами производства и

потребления. Считается, что на каждого городского жителя ежегодно образуется около двух кубометров ТБО. Ежедневно на специальный полигон, находящийся в 34 км от городской черты в Карасайском районе, вывозится 700 тонн непереработанного мусора. В год его производится более 300 тысяч тонн. Если сейчас ничего не предпринимать, на данном полигоне площадью в 34 га накопится гора мусора в 3 млн тонн. В настоящее время по периметру города имеется 10 областных мусорных миниполигонов на расстоянии от 1 до 25 км. Это представляет экологическую угрозу мегаполису. Рост числа несанкционированных мусорных свалок создаёт экологические и санитарно-эпидемиологические угрозы и проблемы для города [4].

Компостирование органической фракции ТБО может рассматриваться как перспективная технология после сепарации и отбора полезных фракций (бумага, стекло, текстиль, пластик, металл) на мусоросортировочных комплексах.

В настоящее время в РФ эксплуатируются два мусороперерабатывающих завода в Санкт-Петербурге и по одному в Нижнем Новгороде и Тольятти, которые перерабатывают суммарно 427 тыс. т ТБО ежегодно. Из общей массы ТБО до 60 % превращается в компост, что составляет 270 тыс. т. Такие компосты могут быть использованы в качестве почвогрунтов муниципальных газонов, мелиорантов нарушенных почв, в зеленом строительстве, в сельском и лесном хозяйстве.

Специфические свойства органической фракции ТБО позволяют более полно и эффективнее утилизировать её другим способом – вермикомпостированием. Этот биотехнологический метод переработки органических веществ является наиболее экологически безопасным и экологически дружелюбным.

Его суть заключается в использовании искусственно воссозданного и культивируемого комплекса гетеротрофных почвенных организмов: дождевых червей и сопутствующих им представителей микроскопических беспозвоночных и сообщества микроорганизмов. Эта технология широко используется во многих странах с целью получения из низко ценных органических отходов двух видов высокоценной хозяйственно полезных продуктов: высокогумусированного органического удобрения (вермикомпоста или биогумуса) и белково-витаминной кормовой добавки из биомассы дождевых червей [5].

В настоящее время известно более 3000 видов дождевых червей или олигохет (малощетинковые кольчецы), но человек использует в качестве вермиккультуры не более 12-15 видов дождевых червей. В странах с умеренным климатом широко используется навозный или компостный червь *Eisenia fetida* и его подвиды *E.f.fetida*; *E.f.andrei*, обыкновенный дождевой червь *Lumbricus terrestris*, малый красный червь *L. rubellus* и дендробена венецианская *Dendrobaena veneta*. В странах с жарким климатом используются такие тропические виды дождевых червей как *Perionix excavatus*, *Eudrilus eugeniae* и *Lampito mauritii* [6].

Компостный червь *E. fetida* наиболее универсальный вид дождевого червя, используемый человеком для самых различных целей. Он характеризуется быстрым ростом и коротким циклом жизни, легко адаптируется к самым различным видам органических отходов, плодовит и поэтому предпочтителен для вермиккультуры. Этот вид червей вырабатывает липазы – ферменты расщепляющие жиры, что очень важно при утилизации пищевых отходов [7]. Для культивирования в искусственных условиях компостных червей вида *E. fetida*, необходимы

следующие условия:

- температура субстрата жизнеобитания – 20-28°C;
- влажность субстрата жизнеобитания – 70-80 % от полной его влагоемкости;
- значения pH среды пищевых субстратов в диапазоне от 5,0 до 8,0;
- регулярное добавление органических материалов и насыщение кислородом воздуха субстрата жизнеобитания.

Соблюдение всех этих условий способствует активному росту и размножению дождевых червей при максимальном потреблении корма. Это приводит к ускорению переработки органической фракции ТБО, увеличению выхода высококачественного вермикомпоста и биомассы червей.

Вермикомпосты – это органические материалы, которые получают при взаимодействии дождевых червей и микроорганизмов в результате мезофильных процессов в диапазоне температур перерабатываемого субстрата от 10 до 32° С. При этом получают полностью стабилизированные высокогумусированные органические удобрения. Вермикомпосты обладают высокими уровнями разнообразных микробиологических и ферментативных активностей, прекрасной физической структурой, высокой влагоудерживающей емкостью, а также содержат в себе питательные макро- и микроэлементы в доступной для растений форме. Вермикомпосты также содержат в себе гормоны роста растений и гуминовые вещества, которые действуют как регуляторы роста растений. Более того, в отличие от компостов в вермикомпостах содержатся антибактериальные и антигрибковые пептиды и репелленты [2].

Образно говоря, дождевой червь – это уникальная биофабрика, созданная самой природой. Дождевые черви миллионы лет незаметно и постоянно очи-

щали Землю от органических отходов. В его желудочно-кишечном тракте, как в биореакторе, поглощенные органические вещества растительного, микробного и животного происхождения превращаются в ряд физиологически активных субстанций, то есть происходит чудесное превращение мусора в «золото». Задача человека применить масштабно эту природную технологию для решения все возрастающих экологических проблем.

В некоторых зарубежных странах (США, Канада, Великобритания, Индия, Южная Корея и Филиппины) последние 10-20 лет технология вермикомпостирования широко и успешно используется для переработки самых различных видов органических отходов, в том числе и органической фракции ТБО. Прежде всего, это связано с тем, что сбор муниципального мусора в зарубежных странах в отличие от России происходит отдельным способом, что упрощает переработку органической фракции ТБО, с постоянным усовершенствованием методов вермикомпостирования и производством различными фирмами специального оборудования, начиная от простых домашних вермикомпостеров до крупномасштабных автоматических вермикультиваторов [8].

В последнее время были использованы многие различные подходы для решения проблемы утилизации больших количеств органических отходов с помощью вермикультуры. Для этого использовались как простые технологии, требующие больших затрат ручного труда, так и полностью автоматизированные устройства, обслуживаемые оператором. В настоящее время известны следующие основные типы технологии вермикомпостирования: вермибурты, вермиложа, вермиконтейнеры и вермиреакторы [2, 6].

Вермибурты. Попросту говоря, это длинные кучи различной высоты и ширины органического субстрата, заселенные вермикультурой. Их можно использовать как в помещениях, так и вне их, но такая система требует большой площади земли или больших помещений. Кроме того, в странах с холодным климатом круглогодичное вермикомпостирование в отапливаемых помещениях этим методом довольно дорого применять. Получить вермикомпост отдельно без дождевых червей достаточно сложно, так как при больших объемах перерабатываемой органики необходимо использовать специальный сепаратор для отделения червей и их коконов от вермикомпоста.

Переработке органических отходов в стационарных вермибуртах присущи несколько преимуществ – это низкие капитальные затраты и простое управление. Однако эта система имеет много недостатков: необходимость интенсивного ручного труда, отчуждение больших производственных площадей, длительный процесс переработки отходов при существенных потерях питательных веществ от процессов выщелачивания и улетучивания, трудоемкость отделения вермикомпоста от биомассы червей.

Более эффективная система, так называемая система «самоперемещаемых» вермибуртов. Эта модифицированная система вышеописанных стационарных вермибуртов, использование которой требует существенно меньшей рабочей площади. Она более проста для переработки органики, так как исключается необходимость в отделении биомассы червей от вермикомпоста. Эта технология успешно используется более 10 лет в вермихозяйстве "Yelm Earthworm and Castings Farm", находящееся близ г. Йелм (штат Вашингтон). Около 15 тонн биомассы компостных червей перерабаты-

вают различные органические отходы: навоз, опилки, измельченную траву (в Америке довольно популярны газонокосилки, в результате чего накапливается много скошенной травы), пищевые отходы, измельченный и увлажненный картон и многое другое. Эта технология давно известна, но не была запатентована. Однако, эта система вермикомпостирования была адаптирована к российским условиям и запатентована в России [9].

Вермиложа. Это те же вермибурты, имеющие боковые стенки из досок, кирпичей или шлакобетонных блоков.

Вермиконтейнеры. Эти системы вермикомпостирования используются, пожалуй, наиболее широко в вермииндустрии различного уровня как крупными производителями вермикомпоста и биомассы дождевых червей, так и частными энтузиастами-домовладельцами и владельцами квартир. Они предназначены для переработки кухонных и садовых отходов. Преимущества этих систем:

- доступность, так как можно использовать вермикомпостеры различного дизайна и размера - от простого деревянного или пластикового ящика до многоярусного контейнера;
- перерабатываются значительные количества органических отходов на месте (дома, в саду), которые необходимо отправлять на свалки;
- устраняется запах от пищевых отходов.

Эти системы полезно использовать в школьных проектах для экологического образования и воспитания детей.

Одним из примеров успешного использования технологии вермикомпостирования является опыт по переработке пищевых отходов в трех школах г. Бирмиргема по программе Технологического инновационного центра. Пищевые отходы школьных завтраков и обедов предварительно обрабатываются

препаратом эффективных микроорганизмов BOKASHI™ для ускорения процессов компостирования, а затем дождевыми червями в вермиконтейнерах. Эта работа выполняется уже в течение нескольких лет самими школьниками под руководством учителей и студентов, поддерживается Агентством по защите окружающей среды и государственной ветеринарной службой Великобритании. Технология вермикомпостирования и вермикультура были представлены компанией Bubble House Worm Farming Enterprises. Целью этой программы являлось вовлечь детей, родителей и школьный персонал в этот образовательный и воспитательный проект [10].

Вермиреакторы. Эти системы разработаны в результате усовершенствования системы вермиложа. Органические материалы ежедневно укладываются слоями поверх вермиложа, располагающегося на сетке или решетке. Вермикомпост соскабливается снизу вермиложа с помощью движущегося скребка под сеткой и проваливается вниз в приемник, размещенный под ним на полу. Эти системы могут быть двух типов: простые, которые управляются вручную оператором, и полностью автоматизированные, имеющие датчики и устройства контроля показателей влажности и температуры.

Для максимальной эффективной производительности такие вермиреакторы должны размещаться в закрытых помещениях. Стоимость такого устройства и обслуживание такого вермиреактора равна таковой биоферментатора, перерабатывающего подобные количества органических отходов с помощью термофильных микроорганизмов. Например, стоимость полностью автоматизированного вермикомпостирующего биореактора, вырабатывающего за год 1000 тонн вермикомпоста, составляет приблизительно 100000 долл. США [8].

Очень удачным и удобным является вермикомпостер "Worm Wigwam" (Вигвам для червей). Его производит фирма ERM Inc. (Орегон, США). Эта система доказала свою рекордную эффективность и используется на всей территории Сев. Америки в школах, университетах, колледжах, офисах, госпиталях и военных базах. Он сделан из рециклированного пластика; его размеры: высота – 90 см и диаметр 90 см. Для круглогодичного использования его размещают в теплом изолированном помещении. В нем «поселяют» 35-40 тысяч взрослых особей компостных червей, которые за год способны переработать около 3,5 тонн пищевых отходов

Американская фирма "Original Vermitech Systems" разработала биореактор VermiOrganic Digester. Он имел размеры 5,5х2,1х1,5 м и использовался для переработки пищевых отходов кафетерия при медицинском университете штата Южная Каролина. Его ежемесячная производительность составляла около ¼ тонны вермикомпоста, который использовался для озеленения принадлежащей университету территории.

Автоматический реактор непрерывного действия Worm Gin. Был создан в 1997 году и запатентован в 2001 году американской корпорацией Worm World Inc. (Патент US6223687). Вермиложа находится на поверхностях конвейерных полотен, которые располагаются в целях экономии пространства и площади друг над другом. Число таких вермилож зависит только от высоты помещения. Корм для червей (пищевые отходы) подается из центрального бункера автоматически. Цикл процесса вермикомпостирования составляет всего 7 дней! Этот процесс является непрерывным при постоянной подаче свежего корма и ежедневным удалением вермикомпоста. Стоимость такого вермиреактора, перераба-

тывающего 1 тонну в сутки пищевых отходов, 40-50 тыс. долл. США. Вермикомпостеры этого типа работают в США Канаде, Австралии и Южной Корее [6].

Эта система имеет очевидные преимущества перед другими методами компостирования органических отходов: переработка органических отходов может осуществляться прямо на месте их получения, отсутствие потерь питательных веществ, отсутствие запахов при утилизации отходов, не требуется добавления в перерабатываемые отходы разрыхляющих компонентов, производственная площадь минимизирована, расходы на электричество для подачи воздуха и освещения минимальны, ручной труд исключен, так как процессы кормления, сбора и просеивания автоматизированы. Все это позволяет снижать эксплуатационные расходы по сравнению с другими автоматизированными системами.

В последнее время российские предприниматели начинают делать деньги на вывозе, сортировке и переработке ТБО. Пока зарабатывают они трудно – мешают особенности национального российского менталитета и отсталость системы ЖКХ. Известно, что сбор, сортировка и переработка муниципального мусора – настолько выгодное дело, что за контроль над ним разворачиваются мафиозные войны. В последние годы появились компании, которые стараются внедрять оптимальные для России бизнес-схемы зарабатывания на сборе, сортировке и переработке ТБО. Но до сих пор в России никто серьезно не занимается утилизацией органической фракцией ТБО, которая остается после сортировки мусора.

15 лет тому назад в г. Санкт-Петербурге начал проводиться эксперимент по отдельному сбору мусора и его рециклированию. Этот проект направлен на создание и апробацию воспроизводимой

модели устойчивого развития городского сообщества на примере среднего многоквартирного дома, формирование экологически ориентированного сознания жителей, обучение лидеров умению передавать свой опыт другим заинтересованным сообществам. Он был инициирован в рамках программы Центра гражданских инициатив под названием "Огород на крыше". Кроме огорода, созданного на плоской крыше (его площадь площадью 1700 кв.м.) 9-ти этажного кооперативного многоквартирного дома (287 квартир и 470 жильцов), в доме налажен селективный сбор бытового мусора, в подвальном помещении из органической фракции ТБО с помощью компостных червей получают вермикомпост, который используется для выращивания различных культур. Этот огород на крыше окупает затраты на свое содержание, благодаря продаже выращенных на нем саженцев, дает зеленую продукцию для малообеспеченных жителей дома. Таким образом, создана замкнутая малоотходная система: пищевые отходы–дождевые черви–вермикомпост–огород–растительная пища. Для вывоза остальной части мусора, но уже без органики заключен договор с мусороперерабатывающим заводом. Такой экодом с огородом на крыше стоит увидеть, необходимо пропагандировать и перенимать этот российский опыт, воспитывать подобных домохозяев и жить в таких экодомах.

Каждая среднестатистическая городская семья из 3-4 человек ежедневно выбрасывает до 1/4 кг пищевых отходов. В Алматы, например, это суммарно составляет до 125 т ежедневно, а в год - до 46 тыс. т. органических отходов, пригодных для переработки дождевыми червями.

Начинать можно с малого – с вермикомпостирования органических отходов

дома и на садовом участке. Вермикомпостирование является одной из тех биотехнологий, которые доступны самым широким массам. Она проста и экономически привлекательна как для фермеров, так и для простых обывателей от школьников до пенсионеров. Для этого нужно немного:

- вермиконтейнер;
- компостные черви;
- субстрат для червей с запасом корма на неделю;
- вода;
- овощные, фруктовые отбросы кухни и другие растительные остатки.

Вермиконтейнер – это ящик из дерева или пластмассы, например размером 30х60 см высотой 20 см. В таком ящике возможно перерабатывать ежедневно до 0,5 кг отходов (кухонные отходы двух семей из 3-4 человек). Для этого в контейнере для старта необходимо иметь в поддерживающем субстрате 0,5 кг компостных червей (1-2 тысячи особей). Контейнер должен находиться в тени или закрыт крышкой от солнечных лучей, если вермикомпостирование производится на открытом месте. Для круглогодичной переработки отходов зимой контейнер размещается в отапливаемом помещении.

Для переработки могут быть использованы такие органические отходы:

- навоз сельскохозяйственных и домашних животных;
- растительные отходы (листья, трава, овощные и фруктовые);
- пищевые (бытовые) отбросы;
- древесные (опилки);
- бумага и картон;
- органическая часть мусора.

Прежде всего, все отходы должны быть мелко измельчены. Кроме органики, червям необходимы и минеральные вещества. Особенно им необходим такой элемент, как кальций. Кальция можно

добавлять в количестве около 0,5 %. Источником его может быть гипс, мел, доломитовая мука. Прекрасным источником кальция является яичная скорлупа. Все минеральные компоненты необходимо предварительно размалывать в порошок.

Оптимальные условия процесса вермикомпостирования являются следующие:

- температура субстрата – 17-280 С;
- влажность субстрата - 70-85 %;
- плотность заселения субстрата 2-3 тыс. особей/м²;
- значение рН среды обитания червей – 6,5-8,0;
- продолжительность вермикомпостирования 3-6 месяцев.

В один из углов нижнего основного ящика помещают субстрат для жизнеобитания дождевых червей, содержащий недельный запас корма для червей, в который «заселяют» популяцию компостных червей в количестве 0,3-0,5 кг (2-3 тысячи особей). Влажность субстрата должна быть на уровне около 80 %. Запускают червей в сам субстрат. Затем на субстрат настилают измельченные органические отходы. Один раз в неделю добавляют в субстрат измельченные отходы. Один-два раза в неделю необходимо поливать отстоянной водой содержимое ящика. Когда нижний ящик полностью заполнится до верха, поставить на него второй ящик, содержащий корм для червей. Дождевые черви будут переходить из нижнего ящика через сетку. Через несколько недель практически все черви перейдут из нижнего ящика в верхний. Содержимое нижнего ящика – это практически готовый вермикомпост. Когда второй ящик заполнится полностью, то можно поставить на него такой же ящик с сеткой с кормом для червей и продолжать выгонять червей в него.

По окончании процесса вермикомпостирования червей отделяют либо

вручную от переработанного субстрата, либо как указано выше, переселяют их на новый субстрат. Вермикомпост подсушивают естественным путем (стадия созревания) до влажности 50-55 %, просеивают через сито с размером ячеек 3-5 мм.

Одним из важных достоинств этого метода является то, что технологии получения компостов и вермикомпостов просты, доступны и хорошо известны каждому фермеру и садоводу. Многие огородники и садоводы перерабатывают растительные отходы сада, огорода и кухонные пищевые отбросы в компостных кучах в теплый период времени. Однако в зимний период накапливаются в основном кухонные пищевые отходы. Переработку всевозможных органических отходов возможно производить быстрее и эффективнее круглогодично в контейнерах с помощью компостных червей.

Для жилых многоэтажек с мусоропроводом можно порекомендовать вермикультивирование в подвальных помещениях. В этом случае сбор пищевых отходов можно организовать, установив особые емкости около мусоросборника. Ежедневно в 16-и этажном, 4-х подъездном доме (256 квартир) можно собирать до 64 кг пищевых отходов, переработка которых даст и вермикомпост, и живого червя. Учитывая высокую стоимость того и другого, можно не только покрыть расходы по вывозу, сбору и переработке отходов, но и дать внушительную прибавку к зарплате дворников.

В городских микрорайонах можно устроить полупромышленную переработку органических отходов в башенных вермикультиваторах. Они занимают небольшую площадь, могут размещаться вблизи или на перерабатывающих предприятиях, дающих большие массы органических отходов. Это позволит отдельным микрорайонам города или крупным перерабатывающим предприятиям изба-

виться от затрат на обезвреживание органических отходов и затрат на вывоз мусора на свалки.

В космической программе вермиккультура много лет используется как компонент замкнутой экологической системы космического аппарата для рециклинга органических отходов. Дождевые черви являются удобным объектом для космических экспериментов: небольшие размеры, короткий цикл индивидуального развития, высокая плодовитость, высокий уровень биоконверсии органических отходов в удобрение и животный белок. В условиях продолжительных космических экспедиций дождевые черви могут использоваться для утилизации и рециклинга органических отходов жизнедеятельности космонавтов, пищевых отходов, водорослей, целлюлозы и других органических компонентов замкнутой системы космического аппарата и получения органического удобрения, которое в дальнейшем можно использовать как полноценный искусственный

грунт для выращивания растительной продукции, а также выращивания растений, необходимых для проведения наблюдений за их состоянием в условиях действия комплекса факторов космического полета.

В заключение следует сказать, что вермикомпостирование органической фракции ТБО можно и нужно использовать для решения некоторых экологических проблем. Переработка на местах органической фракции ТБО позволит снизить не только нагрузку на полигоны и свалки, но даст возможность получать высокоценные органические удобрения, использование которых будет способствовать возвращению изымаемых с урожаями сельскохозяйственных культур из земли элементов питания для поддержания и восстановления ее плодородия. Эта технология должна стать тем инструментом, с помощью которого возможно будет очистить от органических загрязнений воду, землю и воздух.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нефедов Г.Н., К.А.Трувеллер. К экорециклингу через вермикомпостирование городских органических отходов // Мат. I-й междуна. конф. «Дождевые черви и плодородие почв». Владимир, 16-19 марта 2002 г. Владимир. 2002. с. 76-78.
2. Титов И.Н. Вермиккультура: переработка органической фракции отходов. ТБО. №8. 2008. с. 18-25.
3. Васильев П.А., Ф.А. Иванников. Метод получения плодородного субстрата из органических бытовых отходов // Тез. докл. I-й Всерос. научно-практич. конф. «Фундаментальные достижения в почвоведении, экологии, сельском хозяйстве на пути к инновациям», Москва, 23-25 апр. 2008 г. М.: МАКС Пресс. 2008. с. 299-300.
4. Оразымбет С.Э. Особенности накопления тяжёлых металлов в почвах. Прилегающих к городу Алматы в условиях локального загрязнения. Дисс. ... кандидата биологических наук. Алматы. 2007. 115 с.
5. Вишняков А.Э., А. И. Попов, С. И. Горшков, Н. Е. Николаенкова. Вермикомпостирование осадков сточных вод // Мат. I-й междуна. конф. «Дождевые черви и плодородие почв», Владимир, 16-19 марта 2002 г. Владимир. 2002. С. 27-34.
6. Титов И.Н. Дождевые черви. Руководство в 2-х частях. Часть I: Компостные черви. М.: ООО «МФК Точка опоры». 2012. 284 с.

7. Попов А.И. Основные пути переработки органических отходов // Тез. докл. I-й Всерос. научно-практич. конф. «Фундаментальные достижения в почвоведении, экологии, сельском хозяйстве на пути к инновациям», Москва, 23-25 апр. 2008 г. М.: МАКС Пресс. 2008. С. 51-52.

8. Edwards C.A. Ecology of the Earthworms. Second edition. CRC Press. 2004. 448 pp.

9. Конин С.С., Титов И.Н., Лавров В.В. Способ получения биогумуса. Патент RU 2255078 от 25.12.2002 г.

10. Thomas K., Popert Sh., Blanden J., Oporto L. Use of a combined BOKASHITM system and vermicomposting to treat food waste from educational establishments // Вермикомпостирование и вермикультивирование как основа экологического земледелия в XXI веке: проблемы, перспективы, достижения. Тр. Междун. науч.-практич. конф. Минск, 4-8 июня 2007 г. Минск: УП Камет. 2007. С. 83.

ТҮЙІН

Бұл тарау қазіргі таңда рециклинг технологиясы бойынша экологиялық қауіпсіз, әлеуметтік икемді және экологиялық тиімді муниципалды қатты тұрмыстық қалдықтардың органикалық фракцияларын қазіргі заманауи вермикомпостирлеу тәсілдерімен қайта өндіруге арналған.

RESUME

The review is devoted a problem of processing of organic fraction of municipal solid waste by means of modern technology vermicomposting which are now environmntally sustainable, economically viable and socially acceptable.