

ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ ОТХОДОВ МЕТОДОМ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ WASTE NEUTRALIZATION THROUGH AN ENVIRONMENTAL BIOTECHNOLOGY METHOD

Ключевые слова: отходы, биокомпостирование, гумус, осадки сточных вод, отходы АПК, твердые бытовые отходы, компост, торф, удобрения, почвогрунт.

Представлена возможность переработки осадков сточных вод очистных сооружений с применением методов экологической биотехнологии – биокомпостированием. Проанализированы методики и технологии биокompостирования, выявлена необходимость в использовании данного метода на станциях очистки сточных вод, с целью снижения негативного влияния осадков на окружающую среду. В результате внедрения безотходных технологий возможно получение компоста, пригодного для озеленения городов и рекультивации земель. Компостированием получают ценные для сельского хозяйства органические удобрения и средства, улучшающие структуру почвы. Проводят его в буртах, грядах, кучах, штабелях на открытых площадках, ямах, траншеях с изолированным дном и специальных емкостях (период компостирования до 3 мес.). В промышленных масштабах возможна механизированная переработка в колодцах, ангарах, биореакторах, ферментерах (время компостирования составляет от 4 до 20 сут.). Компостирование проходит в 4 стадии: мезофильная, термофильная, остывание, созревание. В начале процесса ферментации наблюдается развитие всех форм микроорганизмов, изначально присутствующих в смеси и осуществляющих ее активное разложение, причем активность микроорганизмов возрастает. Ближе к концу процесса фермент целлюлоза достигает максимальной активности, что приводит к деградации целлюлозосодержащих компонентов смеси, при этом выделенная энергия экзотермических реакций целлюлозоразложения необходима для пастеризации компонентов смеси и уничтожения патогенной микрофлоры. В этот момент наблюдается стабилизация ферментируемой смеси по свойствам. Отходы, переработанные биотехнологическим методом (компостированием), представляют собою однородную сыпучую массу, удобную для транспортировки, фасовки и внесения в почву. На основании проведенных исследо-

ваний авторами предлагается внедрение безотходных технологий в процессе утилизации отходов на существующих очистных сооружениях.

Keywords: wastes, biocomposting, humus, sewage sludge, farm wastes, municipal solid wastes, compost, peat, fertilizers, soils.

The possibility of wastewater sludge treatment through an environmental biotechnology method – bio-composting, is discussed. The bio-composting techniques have been analyzed and the need of using this method at sewage treatment plants has been substantiated with the purpose of reducing the negative environmental impact of wastewater. The implementation of non-waste technologies enables to obtain compost suitable urban greening and soil reclamation. Organic fertilizers and the substances improving soil structure are produced with the use of composting technique. Composting is carried out in heaps, piles, pits, trenches with insulated bottom and in special tanks (composting period up to 3 months). Commercial-scale mechanized processing may be carried out in shafts, hangars, bioreactors and fermenters (composting period from 4 to 20 days). Composting process includes 4 stages: mesophilic, thermophilic, cool-down and maturation. At the beginning of fermentation, the development of all microorganisms which are initially present in the mix is observed; they decompose the mix with increasing activity. By the end of the process, the cellulose enzyme reaches the maximum activity resulting in the degradation of cellulose containing components of the mix; the output energy of the exothermic reactions of cellulose decomposition is required to pasteurize the mix components and destruct the pathogenic microflora. At this point the properties of the fermented mix stabilize. The wastes processed through the biotechnology method (composting) turn into homogenous loose substance which may be easily transported, packaged and applied into soil. Based on the research, the authors propose implementing the non-waste technology to the process of waste recycling at the functioning sewage treatment plants.

Корчевская Юлия Владимировна, к.с.-х.н., доцент, каф. природообустройства, водопользования и охраны водных ресурсов, Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина. Тел.: (3812) 65-36-63. E-mail: yuv.korchevskaya@omgau.org.

Korchevskaya Yuliya Vladimirovna, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Chair of Natural Resources Management and Water Resources Protection, Omsk State Agricultural University named after P.A. Stolypin. E-mail: yuv.korchevskaya@omgau.org.

Кадысева Анастасия Александровна, д.б.н., проф., каф. биологии, географии и методики их преподавания, Ишимский педагогический институт им. П.П. Ершова (филиал), Тюменский государственный университет. Тел.: (34551) 2-39-47. E-mail: yuv.korchevskaya@omgau.org.

Горелкина Галина Александровна, ст. преп., каф. природообустройства, водопользования и охраны водных ресурсов, Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина. Тел.: (3812) 65-36-63. E-mail: ga.gorelkina@omgau.org.

Маджугина Анастасия Александровна, ст. преп., каф. природообустройства, водопользования и охраны водных ресурсов, Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина. Тел.: (3812) 65-36-63. E-mail: aa.madzhugina@omgau.org.

Троценко Ирина Александровна, к.с.-х.н., доцент, каф. природообустройства, водопользования и охраны водных ресурсов, Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина. Тел.: (3812) 65-36-63. E-mail: ia.trotsenko@omgau.org.

Kadyseva Anastasiya Aleksandrovna, Dr. Bio. Sci., Prof., Ishim Pedagogic Institute named after P.P. Yershov (Branch), Tyumen State University. Ph.: (34551) 2-39-47. E-mail: yuv.korchevskaya@omgau.org.

Gorelkina Galina Aleksandrovna, Asst. Prof., Chair of Natural Resources Management and Water Resources Protection, Omsk State Agricultural University named after P.A. Stolypin. E-mail: ga.gorelkina@omgau.org.

Madzhugina Anastasiya Aleksandrovna, Asst. Prof., Chair of Natural Resources Management and Water Resources Protection, Omsk State Agricultural University named after P.A. Stolypin. Ph.: (3812) 65-27-81. E-mail: aa.madzhugina@omgau.org.

Trotsenko Irina Aleksandrovna, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Chair of Natural Resources Management and Water Resources Protection, Omsk State Agricultural University named after P.A. Stolypin. E-mail: ia.trotsenko@omgau.org.

Введение

Анализ современного состояния переработки отходов показывает, что одним из перспективных приемов обезвреживания и утилизации отходов является биоферментация компостируемой фракции с получением компостов [1].

Компостирование – экзотермический процесс биологического окисления, в котором органический субстрат подвергается аэробной биодegradации смешанной популяцией микроорганизмов в условиях повышенных температур. При этом органический субстрат претерпевает физические и химические превращения с образованием стабильного гумофицированного вещества, которое представляет ценность для сельского хозяйства и как органическое удобрение, и как средство для улучшения структуры почвы [2].

Цель исследований – оценка возможности применения метода биокомпостирования с предложением организационных мероприятий для внедрения данных методов в малых населенных пунктах.

В ходе исследований решались следующие задачи:

- изучение метода биокомпостирования;
- разработка организационных мероприятий для внедрения метода биокомпостирования в малых населенных пунктах.

В качестве **объекта** исследования выступает небольшой город на юге Тюменской области, с населением 65 тыс. чел. Основные виды хозяйственно-экономической деятельности: пищевая промышленность, имеется несколько промышленных предприятий и предприятие легкой промышленности.

Результаты исследований

Сточные воды со всего города поступают на общие очистные сооружения, где проходят полный цикл биологической очистки. В результате очистки образуется 5 т осадка в сутки. В настоящее время осадок подвергается обезвоживанию на центрифугах и складывается на специально выделенных площадках.

В иловых осадках присутствуют азот, фосфор и другие необходимые для растениеводства питательные вещества в концентрациях, сопоставимых с традиционными органическими удобрениями. Обычно, осадки бытовых сточных вод содержат микроэлементы (тяжелые металлы), которые в приемлемых концентрациях важны для развития растений [3].

Авторами предлагается внедрение безотходных технологий, таких как компостирование обезвоженного осадка.

Процесс компостирования позволяет получить ценный продукт и одновременно является процессом очистки, делающий отходы менее вредными для окружающей среды.

Компосты широко используются за рубежом в составе плодородной земли для озеленения городов и рекультивации земель. Для озеленения городских территорий используются десятки тысяч тонн почвогрунта на основе торфа, а неэкологичность и дороговизна торфодобычи не способствуют полному удовлетворению потребительского спроса на данный вид продукта.

При компостировании органических отходов необходимо обеспечить начальные условия процесса: влажность (55-65%), соотношение углерода к азоту (от 25:1 до 30:1) и фосфору (0,5-1%). При этих условиях процесс компостирования идет достаточно активно.

Если в отходах указанное соотношение значительно ниже, его компостирование проводится в смеси с органическими наполнителями, такими как активный ил из аэротенков, готовый компост, древесная щепа, солома.

В процессе компостирования перерабатываемый материал разогревается до температуры 60-80°C. В результате термического воздействия погибают личинки и куколки насекомых, нематоды, яйца гельминтов и болезнетворные микроорганизмы, семена сорных растений.

Полученный компост представляет собой сыпучий материал влажностью 40-50%, стабилизированный по биологическим показателям и претерпевающий медленное разложение, т.к. содержание легкодоступных питательных веществ для микроорганизмов значительно снижено.

Компостированием возможно получение ценных для сельского хозяйства органических удобрений и средств, улучшающих структуру почвы. Компосты рекомендуются использовать для выращивания грибов, в качестве основного удобрения на огородах, садовых участках и т.д.

Процесс компостирования проходит 4 стадии: мезофильную, термофильную, остывание, созревание [4]. Проводят его в буртах, грядах, кучах, штабелях на открытых площадках, ямах, траншеях с изолированным дном и специальных емкостях. В промышленных масштабах возможна механизированная переработка (в колодцах, ангарах, биореакторах, ферментерах).

Время компостирования составляет от 4 до 20 сут. в автоматизированных установках и до 3 мес. в стационарных.

Технология компостирования состоит из следующих этапов:

1. Получение культурной закваски.
2. Размножение компостной закваски.
3. Послойная укладка компонентов компоста, перемешивание.
4. Аэрация буртов.
5. Подсушивание компоста.
6. Стабилизация готового компоста.

Равномерное перемешивание компонентов компостируемой смеси способствует развитию оптимальных условий жизнедеятельности аэробных термофильных микроорганизмов по всему объему смеси.

В процессе компостирования осадков протекает биотермический процесс, сопровождающийся потреблением органических веществ и повышением температуры, что приводит к обезвреживанию и сокращению массы осадков. Количество органических веществ сокращается на 25%. При разложении 1 кг органических веществ из осадка удаляется 5 кг влаги, часть влаги испаряется. Количество удаляемой влаги зависит от климати-

ческих факторов, сезона года, размеров штабелей, продолжительности компостирования, периодичности перемешивания смеси. Готовый компост имеет влажность 45-50%, масса по сравнению с исходной сокращается в 2-2,5 раза [5].

Аэробные условия компостирования, осуществляемого посредством периодического аэрирования смеси воздухом, активируют деятельность микроорганизмов, участвующих как в реакциях распада, так и в реакциях синтеза. Благодаря этому формируются продукты, обладающие высокой удобрительной ценностью, а именно повышенным содержанием подвижных форм питательных элементов (P_2O_5 , K_2O), $N_{\text{общ}}$, благоприятным уровнем pH и достаточным для улучшения и поддержания почвенного плодородия количеством агрономически ценной микрофлоры.

Для уменьшения количества полигонов предлагается производить компостирование в биореакторах (ферментерах).

Биореактор для приготовления компоста состоит из кирпичного или железобетонного корпуса, закрытого сверху крышкой с отверстиями для введения датчиков.

Вентилирование смеси воздухом осуществляют с использованием таймера продувки, напорного вентилятора и сети воздухопроводов. Контроль температурного режима смеси осуществляют при помощи термометра.

Приготовленную смесь загружают в биореактор, закрывают крышкой. В отверстие для измерения температуры помещают датчик. Включают таймер продувки и вентилируют смесь при помощи напорного вентилятора в течение 7 сут. по 20 с каждые 10 мин.

Периодически контролируют температуру смеси с помощью электронного термометра. Компостирование при влажности смеси 50-60% осуществляют в течение 7 сут., при этом смесь разогревается до 70°C и выше, чем обеспечивается обеззараживание компостируемой массы от патогенных микроорганизмов, семян сорных растений, яиц гельминтов. Сигналом готовности продукта является падение температуры до 30°C в смеси, регистрируемое с помощью электронного термометра.

В готовом компосте определяют содержание влаги, зольность, количество общего и подвижного азота и фосфора, подвижных форм калия, pH [6], допустимое валовое содержание тяжелых металлов и мышьяка, санитарно-паразитологические показатели осадка [7].

Также исследуют биологические свойства: фитотоксичность и численность микроорганизмов по четырем группам: аммонифицирующие бактерии; амилитические бактерии, свободноживущие азотфиксаторы и грибы.

Заключение

Отходы, переработанные биотехнологическим методом (компостированием), представляет собою однородную сыпучую массу, удобную для транспортировки, фасовки и внесения в почву и может широко использоваться в земледелии: в качестве основного удобрения, подкормки, мульчирующего антисептического материала, субстрата для подготовки почвогрунтов, изготовления питательных горшочков и смесей. Используя в качестве сырья местные вторичные ресурсы, достаточные агрохимические характеристики готового продукта, экономический эффект, основанный на ускоренном приготовлении компоста, экономии торфа и нормах внесения в почву, является перспективным.

Библиографический список

1. Орлова О.В., Гущина Е.Д., Арсентьев В.А., Шibaева М.Е., Архипченко И.А. Использование биодобавок для получения почвогрунтов из ТБО // Экология и промышленность России. – 2005. – № 12. – С. 4-7.
2. Кальгин А.А., Павлинова И.Г. Экологическая безопасность городов: монография. – М.: Изд-во МГАКХиС, 2009. – 295 с.
3. Никовская Г.Н., Калинин К.В. Биотехнология утилизации осадков муниципальных сточных вод // Biotechnol. Acta – 2014. – Т. 7. – № 3.
4. Прикладная экобиотехнология: учеб. пособие: в 2 т. / А.Е. Кузнецов и др. – М.: БИНОМ; Лаборатория знаний, 2010. – Т. 1. – 629 с.

5. Осадки сточных вод. Обезвреживание и обеззараживание / И.С. Туровский. – М.: ДеЛи принт, 2008. – 376 с.

6. Пособие по анализу органических удобрений. – М., 2000.

7. Осадки сточных вод и другие нетрадиционные органические удобрения: учеб. пособие / Е.П. Пахненко. – М.: БИНОМ; Лаборатория знаний, 2009. – 311 с.

References

1. Orlova O.V., Gushchina E.D., Arsent'ev V.A., Shibaeva M.E., Arkhipchenko I.A. Ispol'zovanie biodobavok dlya polucheniya pochvogruntoy iz TBO // Ekologiya i promyshlennost' Rossii. – 2005. – № 12. – S. 4-7.
2. Kal'gin A.A., Pavlina I.G. Ekologicheskaya bezopasnost' gorodov: monografiya. – M.: Izd-vo MGAKKhS, 2009. – 295 s.
3. Nikovskaya G.N., Kalinichenko K.V. Biotehnologiya utilizatsii osadkov munitsipal'nykh stochnykh vod // Biotechnol. Acta. – 2014. – T. 7. – № 3.
4. Prikladnaya ekobiotehnologiya: uchebnoe posobie. – v 2 t. – T. 1 / A.E. Kuznetsov [i dr.]. – M.: BINOM. Laboratoriya znaniy, 2010. – 629 s.
5. Osadki stochnykh vod. Obezvozhivanie i obezzarazhivanie / I.S. Turovskii. – M.: DeLi print, 2008. – 376 s.
6. Posobie po analizu organicheskikh udobrenii. – M., 2000.
7. Osadki stochnykh vod i drugie netraditsionnye organicheskie udobreniya: uchebnoe posobie / E.P. Pakhnenko. – M.: BINOM. Laboratoriya znaniy, 2009. – 311 s.



УДК 637.1.023

О.А. Герасимова
O.A. Gerasimova

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРОВЕРКА ЛИНИИ ПЕРВИЧНОЙ ОБРАБОТКИ МОЛОКА НА ПАСТБИЩАХ

PRODUCTION TEST OF MILK PRIMARY TREATMENT LINE ON PASTURES

Ключевые слова: животное, молоко, пастбищный комплекс, технология, первичная обработка, качество, термизация, охлаждение.

При организации пастбищного содержания скота устанавливается распорядок пастбищного дня, в котором должны быть точно предусмотрены часы кормления животных зеленой массой в специально оборудованных загонах, продолжительность выпаса, время поения животных, дойка и отдых животных. Если в целом вопросы, связанные с рациональным использованием кормовой составляющей, можно считать организационно и технологически решенными, то направления, связанные с доением

и первичной обработкой молока, требуют дальнейшего совершенства. Во многом это объясняется введением Технического регламента на молоко и молочную продукцию, устанавливающего условия получения молока от сельскохозяйственных животных, перевозок, реализации и утилизации сырого молока и сырых сливок, молочных продуктов непромышленного производства. Поэтому технологическая линия доения и первичной обработки молока на пастбищных комплексах была нами усовершенствована с целью обеспечения повышения качества молока в соответствии с зоотехническими и экологическими требованиями для использования в летний период. Для этого в состав линии были