ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 57224— 2016 (ИСО 14855-1:2012)

ПЛАСТМАССЫ

Определение способности к полному аэробному биологическому разложению и распаду в контролируемых условиях компостирования. Метод с применением анализа выделяемого диоксида углерода

Часть 1

Общий метод

(ISO 14855-1:2012, Determination of the ultimate aerobic biodegradability of plastic materials under controlled composting conditions — Method by analysis of evolved carbon dioxide — Part 1:General method, MOD)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2016

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Некоммерческим партнерством «Координационно-информационный центр содействия предприятиям по вопросам безопасности химической продукции» на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии международного стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 326 «Биотехнологии»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 8 ноября 2016 г. № 1608-ст

4 Настоящий стандарт является модифицированным по отношению к международному стандарту ИСО 14855-1:2012 «Определение способности к полному аэробному биологическому разложению и распаду в контролируемых условиях компостирования .Метод с применением анализа выделяемого диоксида углерода. Часть 1. Общий метод» (ISO 14855-1:2012 «Determination of the ultimate aerobic biodegradability of plastic materials under controlled composting conditions — Method by analysis of evolved carbon dioxide — Part 1:General method», MOD) путем изменения отдельных слов и фраз, которые выделены в тексте курсивом; включения дополнительных слов, фраз, показателей в текст настоящего стандарта для учета потребностей национальной экономики Российской Федерации, которые выделены полужирным курсивом, а также исключением ссылок на непринятые международные стандарты.

Сведения о соответствии ссылочных национальных стандартов Российской Федерации и межгосударственных стандартов международным стандартам, использованных в качестве ссылочных в примененном международном стандарте, приведены в дополнительном приложении ДА

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (www.gost.ru)

© Стандартинформ, 2016

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения . . . 1
2 Нормативные ссылки . . . 1
3 Термины и определения . . . 2
4 Сущность метода . . . 2
5 Условия проведения испытания . . . 3
6 Реагенты . . . 3
6.1 Целлюлоза для тонкослойной хроматографии . . . 3
6.2 Вермикулит . . . 3
7 Аппаратура . . . 4
8 Проведение испытания . . . 5
8.1 Подготовка инокулята . . . 5
8.2 Подготовка испытуемого и контрольного материалов . . . 5
8.3 Начало испытания . . . 5
8.4 Инкубационный период . . . 6
8.5 Прекращение испытания . . . 7
8.6 Использование вермикулита . . . 7
8.7 Процедура восстановления и расчет углеродного баланса при использовании вермикулита . . . 8
9 Обработка результатов . . . 8
9.1 Вычисление теоретического количества диоксида углерода . . . 8
9.2 Вычисление степени биоразложения . . . 9
9.3 Вычисление потери массы . . . 9
9.4 Выражение результатов . . . 9
10 Достоверность результатов . . . 9
11 Протокол испытания . . . 9
Приложение А (справочное) Система для испытания . . . 11
Приложение В (справочное) Примеры графического представления процесса выделения диоксида углерода и кривых биоразложения . . . 12
Приложение С (справочное) Пример определения потери массы . . . 13
Приложение D (справочное) Круговые испытания . . . 15
Приложение Е (справочное) Примеры бланков . . . 16
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных национальных и межгосударственных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте . . . 19
Библиография . . . 19

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ПЛАСТМАССЫ

Определение способности к полному аэробному биологическому разложению и распаду в контролируемых условиях компостирования. Метод с применением анализа выделяемого диоксида углерода

Часть 1

Общий метод

Plastic materials. Determination of the ultimate aerobic biodegradability under controlled composting conditions. Method by using analysis of evolved carbon dioxide. Part 1. General method

Дата введения — 2017—05—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает метод определения полного аэробного биоразложения пластмасс в контролируемых условиях компостирования путем измерения количества выделяющегося диоксида углерода и степени разложения пластмассы в конце испытания.

Метод заключается в моделировании типичных условий аэробного компостирования органической части твердых смешанных бытовых отходов. Испытуемый материал подвергают воздействию инокулята, который является производным компоста. При проведении компостирования контролируют температуру, воздухообмен и влажность. Метод испытания предусматривает определение углерода, образовавшегося в испытуемом материале по выделяемому диоксиду углерода, а также скорости образования углерода.

Вариант метода с использованием минеральной подложки (вермикулита), заселенной термофильными микроорганизмами, полученными из компоста определенной фазы активации, вместо зрелого компоста установлены в 8.6 и 8.7. Этот вариант метода *также* предназначен для определения в испытуемом материале содержания углерода, который превратился в диоксид углерода, и скорости образования углерода. Условия, предусмотренные настоящим стандартом, не всегда могут соответствовать оптимальным условиям для достижения максимальной степени биоразложения.

Предупреждение — Сточные воды, активный ил, почва и компост могут содержать потенциально патогенные организмы. Поэтому при обращении с ними должны быть приняты соответствующие меры предосторожности. Токсичные испытуемые компоненты и те, чьи свойства неизвестны, должны обрабатываться с осторожностью.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 33045—2014 Вода. Методы определения азотсодержащих веществ

ГОСТ 31958—2012 Вода. Методы определения содержания общего и растворенного органического углерода

Издание официальное

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **полное аэробное биоразложение:** Превращение органических соединений под влиянием микроорганизмов в присутствии кислорода в диоксид углерода, воду и минеральные соли любых других присутствующих элементов (минерализация) и новую биомассу.

3.2 **компостирование:** Аэробный процесс, в результате которого образуется компост.

Примечание — Органическое удобрение, полученное путем биоразложения смеси, состоящей, в основном, из различных растительных остатков иногда с другими органическими материалами и содержащей ограниченное количество минеральных веществ.

3.3 **измельчение:** Физическое измельчение материала на очень маленькие фрагменты.

3.4 **общее сухое вещество:** Количество твердых веществ, полученное путем сушки при температуре 105 °С известного объема испытуемого материала или компоста до постоянной массы.

3.5 **летучие твердые вещества:** Количество твердых веществ, полученное при вычитании остатка испытуемого материала или компоста после прокаливания при температуре примерно 550 °С, из общего сухого вещества той же пробы.

Примечание — Содержание летучих твердых веществ указывает на количество присутствующих органических веществ.

3.6 **теоретическое количество выделяемого диоксида углерода $ThCO_2$:** Максимальное теоретическое количество диоксида углерода, которое будет выделяться после полного окисления органического соединения, исходя из его молекулярной формулы, выраженное в миллиграммах выделившегося диоксида углерода на миллиграмм или грамм органического соединения.

3.7 **лаг фаза:** Время, измеряемое в сутках, от начала процесса компостирования до тех пор, пока адаптация и/или селекция деградирующих микроорганизмов заканчивается и степень биоразложения химического соединения или органического вещества увеличивается примерно до 10 % максимального уровня биоразложения.

3.8 **максимальная степень биоразложения:** Степень биоразложения химического соединения или органического вещества, выражаемая в процентах, выше которой дальнейшее биоразложение в процессе испытания не происходит.

3.9 **фаза биоразложения:** Время, измеряемое в сутках, от окончания периода лаг фазы до момента, когда биоразложение достигает 90 % максимально возможного уровня.

3.10 **фаза плато:** Время, измеряемое в сутках, от конца фазы биоразложения до тех пор, пока не закончится испытание.

3.11 **активированный вермикулит:** Вермикулит, заселенный активным микробным сообществом во время фазы предварительного роста.

4 Сущность метода

Настоящим методом определяют предел аэробного биоразложения и степень разложения испытуемого материала в условиях, имитирующих интенсивный аэробный процесс компостирования. Предпочтительно применяют инокулят, состоящий из производного стабилизированного зрелого компоста, полученного при компостировании органической части твердых бытовых отходов.

Испытуемый материал смешивают с инокулятом и вводят в стационарную емкость с компостом, где он интенсивно компостируется под воздействием оптимального количеств кислорода, температуры и влажности в течение периода, не превышающего 6 мес.

В процессе аэробного биоразложения испытуемого материала конечными продуктами биоразложения являются диоксид углерода, вода, минеральные соли и новые бактериальные клеточные компоненты (биомасса).

Для определения общего количества образовавшегося диоксида углерода его выделение контролируют непрерывно или измеряют через равные промежутки времени в подготовленных емкостях для испытания и для контрольной пробы.

Степень биоразложения в процентах определяется отношением количества диоксида углерода, образовавшегося из испытуемого материала, к максимальному теоретическому количеству диоксида углерода, который может образоваться из испытуемого материала. Максимальное теоретическое количество образующегося диоксида углерода вычисляют по измеренному количеству общего органического углерода (ТОС). При расчете степени биоразложения не учитывают, что часть углерода преобразуется в новые клетки биомассы, которые, в свою очередь, не конвертируются в диоксид углерода в ходе испытания.

Кроме того, в конце испытания определяют степень разложения испытуемого материала, а также потерю массы испытуемого материала.

Вермикулит используют вместо зрелого компоста в следующих случаях:

a) когда на определение степени биоразложения оказывает влияние эффект, вызванный подготовкой испытуемого материала

и/или

b) при заключительном расчете углеродного баланса по определению биомассы после извлечения остатков испытуемого материала.

Подложка из вермикулита, будучи неорганического происхождения, существенно снижает эффект подготовки, при этом повышается достоверность метода. Еще одним преимуществом использования вермикулита является незначительное количество диоксида углерода, который выделяется в емкость для контрольной пробы (практически ноль), из-за низкого уровня микробной активности *вермикулита*. Это позволяет более точно оценить степень разложения при низких значениях.

Скорости минерализации, полученные с помощью активированного вермикулита, идентичны или очень близки к тем, которые получены при использовании зрелого компоста как в отношении конечного уровня биоразложения, так и скорости разложения.

5 Условия проведения испытания

Инкубацию следует проводить в темноте или при рассеянном свете, в камере или комнате с постоянной температурой (58 ± 2) °С, свободной от испарений, ингибирующих микроорганизмы.

В особых случаях можно выбрать другую температуру ***испытания***, например, если у испытуемого материала низкая температура плавления. Температуру ***испытания*** следует поддерживать постоянной в течение всего ***времени*** испытания в пределах ± 2 °С. Любое изменение температуры должно быть объяснено и отражено в протоколе испытания.

6 Реагенты

6.1 Целлюлоза для тонкослойной хроматографии

Порошок целлюлозы для тонкослойной хроматографии с размером частиц менее 20 мкм используют в качестве контрольного материала.

6.2 Вермикулит

Вермикулит — это минерал, используемый в строительстве и особенно подходящий для использования в качестве субстрата для бактерий, способствующий высокой выживаемости и полноценной жизнедеятельности микроорганизмов.

Состав минерала до термической обработки:

- окись алюминия (Al_2O_3) — 10 %;

- окись магния (MgO) — 30 %;

- окись кальция (CaO) — 5 %;

- двуокись кремния (SiO_2) — 50 %;

- связанная вода (H_2O) — 5 %.

При термической обработке минерал теряет связанную воду и расширяется, превращаясь во «вспученный вермикулит». Вспученный вермикулит используют в чешуйчатой форме. Вспученный вермикулит обладает значительным водопоглощением, сопоставимым с водопоглощением зрелого компоста.

Вермикулит подразделяют на три типа:

- «крупный» тип: кажущаяся плотность — (80 ± 16) кг/м^3(в момент фасовки материала в мешки); размер частиц: от 12 до 4 мм — 80 %; 2 % проходит через сито с ячейками 0,5 мм;

- «средний» тип: кажущаяся плотность — (90 ± 16) кг/м^3: размер частиц: от 6 до 1 мм — 80 %; 2 % проходит через сито с ячейками 0,5 мм;

- «тонкий» тип: кажущаяся плотность — (100 ± 20) кг/м^3; размер частиц: от 3,0 до 0,7 мм — 80 %; 5 % проходит через сито с ячейками 0,5 мм.

В настоящем ***методе испытания*** используют «крупный» тип.

7 Аппаратура

7.1 Емкости для компостирования: стеклянные колбы или бутыли, позволяющие осуществлять продувку газом в восходящем направлении.

Минимальный объем колб — 2 л (см. далее 8.2 и 8.3). Колбы меньшего объема могут быть использованы при проверке, в зависимости от испытуемого материала.

Если предполагается определять потерю массы испытуемого материала, следует взвесить каждую пустую емкость для компостирования.

Стеклянную посуду необходимо тщательно очистить, особенно от органических или токсичных веществ.

7.2 Приточная система, обеспечивающая каждую емкость для компостирования сухим или влажным воздухом (при необходимости свободным от диоксида углерода) с заданной скоростью потока, которая должна быть достаточно высокой, чтобы обеспечить реальные аэробные условия в течение испытания (см. пример, приведенный в приложении А).

7.3 Прибор для определения содержания диоксида углерода, предназначенный для непосредственного определения содержания диоксида углерода или путем полного поглощения в щелочном растворе и определения растворенного неорганического углерода (DIC) (см. пример, приведенный в приложении А). Если производят непосредственное измерение содержания диоксида углерода в выходящем воздухе, например, используя непрерывный инфракрасный анализатор или газовый хроматограф, то требуется точный контроль или измерение скорости потока воздуха.

7.4 Газонепроницаемые трубки для соединения емкости для компостирования с приточной системой и системой измерения диоксида углерода.

7.5 pH — метр

7.6 Аналитическое оборудование для определения содержания сухого вещества (***температура сушки*** — 105 °С), летучего твердого вещества (***температура прокаливания — примерно*** 550 °С) и общего органического углерода (TOC) для элементного анализа испытуемого материала и при необходимости для определения растворенного неорганического углерода (DIC).

7.7 °Весы для измерения массы емкостей для испытания, содержащих компост и испытуемый материал, которые обычно имеют массу от 3 до 5 кг.

7.8 Аналитическое оборудование (при необходимости) для определения содержания кислорода в воздухе, влаги, летучих жирных кислот и общего азота *(например, с использованием ГОСТ 33045)*.

7.9 Биореакторы для активации вермикулита: контейнеры объемом от 5 до 20 дм^3, в которых не происходит активная аэрация. Контейнеры должны быть закрыты таким образом, чтобы избежать чрезмерного высыхания содержимого. При этом необходимы отверстия, чтобы обеспечить возможность газообмена с атмосферой и обеспечить аэробные условия в течение фазы активации.

Примером подходящего биореактора может служить коробка, изготовленная, например, из полипропилена, имеющая длину 30 см, ширину 20 см и высоту 10 см. Коробка должна иметь плотно закрывающуюся крышку, чтобы избежать излишней потери водяного пара. В середине боковых поверхностей шириной по 20 см на высоте примерно 6,5 см от дна коробки должны быть сделаны отверстия диаметром 5 мм. Именно эти два отверстия позволят проходить газообмену между атмосферой внутри коробки и внешней средой.

8 Проведение испытания

8.1 Подготовка инокулята

В качестве инокулята используют хорошо аэрированный компост из растительного материала, подвергнутый аэробному компостированию в оптимальных условиях. Инокулят должен быть однородным и не содержать больших инертных объектов, таких как стекло, камни или куски металла. Следует удалить их вручную, а затем просеять компост через сито с ячейками от 0,5 до 1 см.

Примечания

1 Рекомендуется использовать компост из компостированных органических фракций растений или твердых бытовых отходов с целью обеспечения достаточного разнообразия микроорганизмов. Желательно, чтобы возраст компоста был от 2 до 4 мес. Если такой компост не доступен, можно использовать компост из садовых растений или садовых отходов, или смесь из садовых отходов и твердых бытовых отходов.

2 Рекомендуется обеспечить достаточную пористость компоста для облегчения поддержания аэробных условий. Добавление структурированных материалов, таких как мелкие древесные частицы или инертный или слабо биоразлагаемый материал может предотвратить слипание и забивание компоста во время испытания. Необходимо определить содержание сухих и летучих веществ в инокуляте. Общее содержание сухого вещества должно составлять от 50 % до 55 % содержания влажного твердого вещества, а летучих твердых веществ — более 15 % влажного (или 30 % сухого) твердого вещества. При необходимости перед использованием компоста можно отрегулировать содержание в нем воды путем добавления воды или щадящей сушки, например путем аэрации компоста сухим воздухом. Приготовляют смесь из 1 части инокулята и 5 частей деионизированной воды. Перемешивают путем встряхивания и немедленно измеряют pH. Он должен быть от 7,0 до 9,0.

3 Для более полной характеристики инокулята в начале и конце испытания можно дополнительно определять такие параметры, как содержание общего органического углерода, общего азота или жирных кислот.

В ходе испытания проверяют активность инокулята при помощи биоразлагаемого контрольного материала (см. раздел 6) и путем измерения выделяющегося в емкости для контрольной пробы диоксида углерода. Контрольный материал в конце испытания должен быть разложен не менее чем на 70 % (см. раздел 10). Инокулят в емкости для контрольной пробы в течение первых 10 дней испытания должен выделить от 50 до 150 мг диоксида углерода в пересчете на грамм сухого вещества (см. раздел 10). Если образование диоксида углерода слишком велико, необходима стабилизация компоста путем аэрации в течение нескольких дней перед использованием его в новом испытании. Если активность слишком низкая, необходимо использовать другой компост в качестве инокулята.

8.2 Подготовка испытуемого и контрольного материалов

Определяют содержание общего органического углерода (ТОС) в испытуемом и контрольном материалах с использованием, например, *ГОСТ 31958*, и результат записывают в граммах ТОС на грамм общего сухого вещества. Кроме того, подготовленные материалы не должны содержать неорганический углерод, содержание которого можно определить методом элементного анализа. Испытуемый материал должен содержать достаточное количество органического углерода, чтобы образовалось достаточное для определения количество диоксида углерода. Как правило, в емкость требуется поместить не менее 50 г общего сухого вещества, содержащего 20 г ТОС.

Если требуется определить потерю массы, определяют содержание общего сухого вещества и летучих твердых веществ в испытуемом материале.

Примечание — Дополнительно во время испытания можно определить потерю массы испытуемого и контрольного материалов. В примере, приведенном в приложении С, определяют содержание летучих твердых веществ в испытуемом материале в начале и в конце испытания.

Испытуемый материал используют в виде гранул, порошка, пленки или простых форм (например, гантелей). Максимальная площадь поверхности любого отдельного кусочка испытуемого материала должна быть приблизительно 2 × 2 см. Если какие-либо кусочки в исходном испытуемом материале крупнее, то следует уменьшить их размер.

8.3 Начало испытания

Минимальное количество емкостей для компостирования (7.1) следующее:

a) три емкости для испытуемого материала;

b) три емкости для контрольного материала;

c) три емкости для контрольной пробы.

Количество используемой испытуемой смеси, содержащей инокулят и испытуемый материал, будет зависеть от качества испытуемого материала (см. 8.2) и размера емкостей для компостирования. Соотношение массы сухого инокулята и массы сухого испытуемого материала должно быть пример-

но 6:1. Необходимо убедиться, что такое же количество компоста находится в каждой емкости. Если добавляют инертный материал (см. 8.1, примечание 2), его не учитывают в этих соотношениях. Емкость для компостирования заполняют испытуемой смесью примерно на три четверти. Необходимо оставить достаточно свободного пространства для проведения ручного встряхивания испытуемой смеси.

Обычно подготавливают емкости для компостирования объемом примерно 3 дм^3, взвешивают необходимое количество инокулята, содержащего 600 г общего сухого вещества, и необходимое количество испытуемого материала, содержащего 100 г сухого вещества, и хорошо перемешивают. Испытуемая смесь должна содержать такое же количество воды (примерно 50 %) что и инокулят (см. 8.1). Она должна быть немного липкой и выделять немного свободной воды при легком нажиме рукой. При необходимости регулирование содержания влаги в смеси осуществляют путем добавления воды или путем аэрации сухим воздухом. ***Подготовленную*** смесь вводят в емкость для компостирования.

Примечания

1 Рекомендуется, соблюдать оптимальное соотношение органического углерода и азота (C/N соотношение) в испытуемой смеси для обеспечения лучшего процесса компостирования. Предпочтительное соотношение C/N для испытуемой смеси должно быть 10:40. При необходимости его можно скорректировать добавлением мочевины. Содержание органического углерода может быть вычислено по ТОС инокулята и испытуемого материала. Общее содержание азота может быть измерено в представительном образце испытуемой смеси, например с использованием *ГОСТ 33045*.

Емкость для компостирования размещают в испытательной среде при температуре (58 ± 2) °С (см. раздел 5) и инициируют аэрацию с помощью влажного, свободного от двуокиси углерода воздуха. Можно осуществить этот процесс путем пропускания воздуха через бутыли с раствором гидроксида натрия (см. приложение А).

2 В случае, если концентрация диоксида углерода в отработанном воздухе измеряется непосредственно, можно использовать обычный воздух, а не воздух, свободный от диоксида углерода. В этом случае рекомендуется измерять концентрацию диоксида углерода на входе и выходе из каждой емкости для компостирования. Для коррекции необходимо вычесть концентрацию на входе из концентрации на выходе (которая будет значительно выше).

Необходимо использовать достаточно высокую скорость потока воздуха, чтобы поддерживать аэробные условия во время испытания по всей емкости для компостирования. Следует регулярно проверять ***наличие*** потока воздуха на выходе *из емкости*, например с помощью бутылей, чтобы гарантировать, что нет утечки в какой-либо части системы.

3 Регулярные измерения концентрации кислорода в отработанном воздухе из емкостей для компостирования помогут поддерживать аэробные условия. Концентрация кислорода должна быть не менее 6 %. Уровень содержания кислорода должен тщательно контролироваться в течение первой недели, например путем измерения не менее двух раз в день, затем частоту измерения можно снизить. Расход воздуха регулируют по мере необходимости.

Контрольный материал следует испытывать таким же образом как испытуемый материал. Емкости для контрольной пробы содержат только инокулят. Они должны содержать такое же количество общего сухого вещества, как и емкости с испытуемым материалом.

8.4 Инкубационный период

Измеряют количество выделившегося диоксида углерода в воздухе, выходящем из каждой емкости для компостирования, через промежуточные интервалы времени с помощью газового хроматографа, анализатора ТОС или инфракрасного анализатора или в качестве альтернативы путем измерения накопленного диоксида углерода, выделившегося как растворенный неорганический углерод (DIC) после поглощения гидрооксидом натрия в соответствии, например, с *ГОСТ 31958* (см. приложение А). Периодичность измерений зависит от используемого метода измерения, необходимой прецизионности кривой биоразложения и биоразлагаемости испытуемой смеси. Если используют прямое измерение, определяют количество выделившегося диоксида углерода не менее двух раз в день с интервалом примерно 6 ч в течение фазы биоразложения и позднее один раз в день во время фазы плато. Если используют кумулятивный метод, измерение DIC проводят один раз в день во время фазы биоразложения и два раза в неделю во время фазы плато.

Емкости для компостирования еженедельно встряхивают для обеспечения равномерного воздействия микроорганизмов на испытуемый материал.

Примечание — Перед встряхиванием рекомендуется отключать приточные системы и системы измерения диоксида углерода.

Путем визуального осмотра следует убедиться, что влажность испытуемой смеси в емкости для компостирования является оптимальной. В смеси не должны присутствовать ни свободно стоящая вода, ни комки материала. Очень сухие условия, как правило, определяются по отсутствию конденсата в свободном пространстве емкости для компостирования. Влажность может быть измерена с помощью

соответствующих методов. В этом случае содержание влаги должно поддерживаться примерно 50 % (см. 8.1). Требуемая влажность достигается путем аэрации влажным или сухим воздухом. Более значительное изменение содержания влаги может быть получены путем добавления воды или при помощи дренажа. Еженедельное встряхивание емкостей для компостирования помогает в обеспечении равномерного распределения влаги. Если вносятся корректировки, непосредственно проводят мониторинг выделившегося диоксида углерода.

В ходе еженедельного перемешивания содержимого емкостей для компостирования и в конце испытания записывают любые визуальные наблюдения, касающиеся внешнего вида компоста: структура, содержание влаги, цвет, грибковые образования, запах выделяемого воздуха и разложение испытуемого материала.

Инкубируют емкость для компостирования в течение не более 6 мес при постоянной температуре (58 ± 2) °С, которая является необходимой для полномасштабного компостирования. Если видимое биоразложение испытуемого материала все еще происходит, инкубационный период может быть продлен до достижения постоянной фазы плато. Напротив, инкубационный период может быть сокращен, если фаза плато достигается раньше.

Измеряют pH с регулярными интервалами, как в начале испытания (см. 8.1).

Примечание — Если pH меньше 7,0, биоразложение может быть снижено из-за закисания компоста в результате быстрого разложения легко разлагаемого испытуемого материала. В этом случае рекомендуется провести измерение спектра летучих жирных кислот, чтобы проверить уровень закисания содержимого емкости для компостирования. Если образовалось более 2 г летучих жирных кислот на килограмм общего сухого вещества, то испытание следует рассматривать как недопустимое из-за подкисления и ингибирования активности микроорганизмов. Для предотвращения закисания добавляют больше компоста во все емкости или повторяют испытание, используя, например, меньше испытуемого материала или больше компоста.

8.5 Прекращение испытания

Если должна быть определена потеря массы испытуемого материала (см. примечание к 8.2), то взвешивают емкости для компостирования вместе с испытуемой смесью. Берут пробы испытуемой смеси из всех емкостей. Определяют содержание общего сухого вещества и летучих твердых веществ.

Записывают любые визуальные наблюдения, касающиеся внешнего вида испытуемого материала для оценки степени его разложения.

Примечание — Рекомендуется осуществлять дальнейшее исследование оставшегося испытуемого материала, например измерение соответствующих физических свойств, химический анализ и фотографирование.

8.6 Использование вермикулита

При использовании вермикулита вермикулит сначала активируют путем инокуляции его с раствором, содержащим как органические, так и неорганические питательные вещества и зрелый компост.

Состав используемого раствора инокулята приведен в таблицах 1, 2 и 3. Соотношение вермикулита и раствора инокулята должно быть 1:3 (масса/объем).

Таблица 1 — Состав 1 дм^3 раствора инокулята

Компонент	Раствор минеральных солей (см. таблицу 2)	Подходящая питательная среда	Мочевина	Кукурузный крахмал	Целлюлоза	Экстракт компоста
Количество	500 см^3	13 г	5,8 г	20 г	20 г	500 см^3

Таблица 2 — Состав 1 дм^3 минерального раствора

Химикат	KH_2PO_4	$MgSO_4$	$CaCl_2$ (10 %-ный раствор)	NaCl (10 %-ный раствор)	Раствор микроэлементов (см. таблицу 3)
Количество	1 г	0,5 г	1 см^3	1 см^3	1 см^3

Таблица 3 — Состав 1 дм^3 раствора микроэлементов

Химикат	H_3BO_3	KI	$FeCl_3$	$MnSO_4$	$(NH_4)_6Mo_7O_{24}$	$FeSO_4$
Количество	500 мг	100 мг	200 мг	400 мг	200 мг	400 мг

Готовят экстракт компоста, который используется в растворе инокулята путем смешивания зрелого компоста с деионизированной водой (20 % масса/объем) в течение примерно получаса, затем фильтруют суспензию через сито с ячейками 1 мм. Затем проводят фильтрование через фильтровальную бумагу или центрифугирование со скоростью примерно 1000 об/мин в течение 15 мин.

Смешивают необходимое количество вермикулита и раствора инокулята до получения однородной смеси, распределяют смесь в биореакторах (около 1 кг смеси в каждый). Взвешивают каждый биореактор с его содержимым и выдерживают при температуре (***50*** ± ***2***) °С в течение трех или четырех дней.

Ежедневно взвешивают биореакторы и, при необходимости, доводят массу до исходной путем добавления водопроводной воды, не содержащей хлор, деионизованной или дистиллированной воды. Содержимое каждого биореактора ежедневно перемешивают лопаточкой или обычной ложкой для обеспечения аэрации.

Вермикулит, обработанный таким образом, называется «активированный вермикулит» и может быть помещен в емкости для компостирования с целью использования в качестве твердой подложки вместо инокулята из зрелого компоста (8.1). Для испытаний используют 800 г активированного вермикулита в каждой емкости для компостирования.

Количество активированного вермикулита и испытуемого материала, используемого при испытании, будет зависеть от размера емкости для компостирования. Соотношение между сухой массой активированного вермикулита и сухой массой испытуемого материала предпочтительно должно быть примерно 4:1. Приблизительно половина объема емкости для компостирования должна быть заполнена испытуемой смесью. Требуется достаточное свободное пространство, чтобы иметь возможность вручную встряхивать испытуемую смесь.

Для испытания необходимо использовать емкости для компостирования объемом примерно 3 $дм^3$. Активированный вермикулит, соответствующий 200 г сухого твердого вещества, и испытуемый материал, соответствующий 50 г сухого твердого вещества, взвешивают и хорошо перемешивают перед введением смеси в емкости.

8.7 Процедура восстановления и расчет углеродного баланса при использовании вермикулита

В конце испытания подложка из вермикулита может быть извлечена для восстановления и определения количества оставшегося испытуемого материала и количества оставшихся побочных продуктов разложения и/или биомассы. Подложка в каждой емкости для компостирования может быть проанализирована отдельно или содержимое всех емкостей для компостирования в серии может быть объединено вместе и проанализировано. Полученные значения количеств оставшейся биомассы, оставшегося испытуемого материала и оставшихся побочных продуктов могут быть использованы наряду с количеством выделившегося в ходе испытания углерода в виде диоксида углерода для расчета окончательного углеродного баланса. Количество углерода, присутствующего в исходном испытуемом материале, сравнивают с количеством углерода, выделившегося в виде диоксида углерода в течение испытания, некоторое количество углерода конвертируется в биомасс и некоторое количество углерода находится в оставшемся испытуемом материале и в побочных продуктах разложения в конце испытания. Таким образом, можно проверить результат, полученный для степени биоразложения.

Впоследствии может быть выполнена экстракция с использованием воды и/или органических растворителей в зависимости от свойств испытуемого материала. Для выбора подходящего растворителя проводят предварительные испытания по оценке растворимости испытуемого материала.

Могут быть использованы такие методы испытаний как (ИК-, УФ-видимая) спектроскопия, ядерный магнитный резонанс, хроматография, гравиметрический анализ, элементный анализ и др. Эти процедуры могут быть применены непосредственно к экстракту и/или для концентратов экстрактов. Экстракты также могут быть подвергнуты испытаниям на экотоксичность.

9 Обработка результатов

9.1 Вычисление теоретического количества диоксида углерода

Вычисляют теоретическое количество диоксида углерода, который может быть выделен испытуемым материалом в емкость, $ThCO_2$, г, по формуле

$$Thco_2 = M_{ТОТ} C_{ТОТ} \frac{44}{12}, \quad (1)$$

где $M_{ТОТ}$ — масса общего сухого вещества, содержащегося в испытуемом материале, который вводят в емкости для компостирования в начале испытания, г;

$C_{тот}$ — это доля общего органического углерода в общем сухом веществе испытуемого материала, г/г;

44 и 12 — молекулярная масса диоксида углерода и атомная масса углерода соответственно.

9.2 Вычисление степени биоразложения

Используя значение кумулятивного количества выделившегося диоксида углерода, вычисляют степень биоразложения испытуемого материала D_t,% для каждого интервала измерения по формуле

$$D_t = \frac{(CO_2)_T - (CO_2)_B}{ThCO_2} 100, \quad (2)$$

где $(CO_2)_T$ — это кумулятивное количество выделившегося диоксида углерода в каждой емкости для компостирования, содержащей испытуемый материал, г/емкость;

$(CO_2)_B$ — среднее кумулятивное количество выделившегося диоксида углерода в емкости для контрольной пробы, г/емкость;

$ThCO_2$ — теоретическое количество диоксида углерода, который может быть получен из испытуемого материала, г/емкость.

Если различия между отдельными результатами менее 20 %, то вычисляют среднее значение степени биоразложения. В случае бóльшего расхождения вычисляют значения степени биоразложения для каждой емкости для компостирования отдельно.

Таким же образом вычисляют степень биоразложения контрольного материала.

9.3 Вычисление потери массы

Пример вычисления потери массы на основе содержания летучих твердых веществ приведен в приложении С.

9.4 Выражение результатов

Составляют таблицы, содержащие измеренные и вычисленные данные для испытуемого материала, контрольного материала и контрольной пробы для каждого дня измерений.

Примеры бланков для этой цели приведены в приложении Е.

Строят график зависимости кумулятивного объема диоксида углерода, выделившегося в каждой емкости для компостирования, содержащей контрольную пробу, испытуемый материал и контрольный материал от времени (см. пример в приложении В). Строят кривую биоразложения (степень биоразложения в процентах в зависимости от времени) для испытуемого материала и контрольного материала (см. пример в приложении В). Если различия между индивидуальными значениями менее 20 %, то используют средние значения. Если это не так, строят кривые биоразложения для каждой емкости для компостирования.

На кривой биоразложения находят фазу плато, определяют среднюю степень биоразложения и указывают полученное значение в протоколе испытания как окончательный результат испытания.

Если испытуемый материал состоял из дискретных частей, то степень разложения материала описывают качественно. Приводят дополнительную информацию, например фотографии или измеренные значения соответствующих физических свойств, если они имеются.

10 Достоверность результатов

Испытание считают достоверным, если:

a) степень биоразложения контрольного материала более 70 % после 45 дней;

b) в конце испытания разница между степенью биоразложения контрольного материала в разных емкостях менее 20 %;

c) после 10 дней инкубации инокулята в емкости для контрольной пробы образовалось от 50 до 150 мг диоксида углерода на грамм летучих твердых веществ (средние значения).

11 Протокол испытания

Протокол испытания должен содержать:

a) ссылку ***на настоящий стандарт*;**

b) всю информацию, необходимую для идентификации и описания испытуемого материала: содержание общего сухого или летучего сухого вещества, содержание органического углерода, форму или внешний вид;

c) любую информацию, необходимую для идентификации и описания контрольного материала и содержание органического углерода в нем;

d) вместимость емкостей для компостирования, количество инокулята, испытуемого материала и контрольного материала, основные характеристики оборудования, используемого для определения диоксида углерода и углерода;

e) информацию об инокуляте: источник, возраст, дату сбора, хранение, обработку, стабилизацию, общее сухое вещество, летучее твердое вещество, pH суспензии, общее содержание азота, летучих жирных кислот, в зависимости от того, что требуется;

f) результаты испытания: количество выделенного диоксида углерода и степень биоразложения для каждой емкости для компостирования и средние значения в табличной форме и в виде графика, а также окончательную степень биоразложения испытуемого и контрольного материалов и активность инокулята (количество диоксида углерода после 10 дней в емкости для контрольной пробы);

g) результаты визуальных наблюдений за инокулятом и испытуемым материалом в течение испытания и в конце испытания, например содержание влаги, грибковые образования , структура, цвет, запах и степень разложения, а также физические измерения и/или фотографии;

h) массу каждой емкости для компостирования в начале и конце испытания, детали любых измерений потери массы, если они выполнялись;

i) причины отклонений любых результатов испытания;

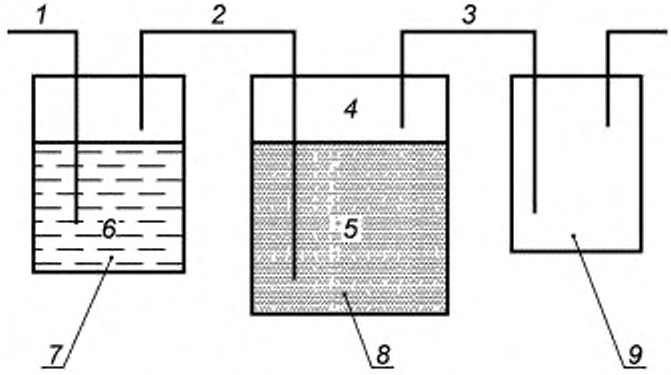
j) информацию об источнике, типе и количестве используемого вермикулита (если использовался вермикулит);

k) результаты определения углеродного баланса, если определялся углеродный баланс.

Приложение А
(справочное)

Система для испытания

Воздух, свободный от диоксида углерода, или сжатый воздух подается с постоянным низким давлением. Если используется сжатый воздух, диоксид углерода удаляется при пропускании воздуха через любую систему для поглощения диоксида углерода. Если в качестве системы абсорбции используется раствор гидрооксида натрия в воде, воздух одновременно увлажняется. Чтобы подтвердить отсутствие диоксида углерода может использоваться вторая ловушка, содержащая раствор гидроксида бария. ***Схема системы для испытания представлена на рисунке А.1.***



1 — воздух; *2* — воздух без диоксида углерода; *3* — выходящий воздух; *4* — свободный объем; *5* — испытуемая смесь; *6* — раствор гидроксида натрия; *7* — система удаления диоксида углерода; *8* — емкость для компостирования, *9* — система определения диоксида углерода

Рисунок А.1 — Схема системы для испытания

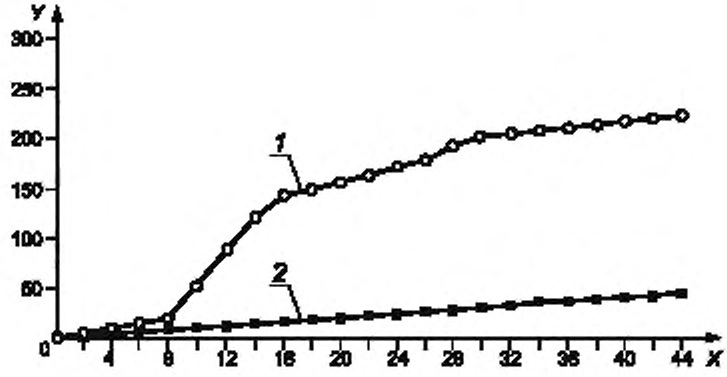
Воздух, используемый для аэрации испытуемой смеси в емкости для компостирования, предпочтительно вводить со дна емкости и распределять как можно более равномерно. Если происходит биоразложение, выделяется диоксид углерода, который поступает в выходящий воздух.

Диоксид углерода в выходящем воздухе может быть измерен непосредственно, например, непрерывным ИК-анализатором или газовым хроматографом. В этом случае необходимым является точное дозирование или измерение расхода газа. В зависимости от измерительного прибора может быть необходимо удаление воды из воздуха, например путем охлаждения. Если несколько емкостей для компостирования присоединены к одному измерительному прибору может потребоваться подходящий переключатель газа.

Воздух, выходящий из каждой емкости для компостирования, также может быть абсорбирован в ловушке диоксида углерода, содержащей, например, 20 г/дм^3 раствора гидрооксида натрия в воде, и диоксид углерода определяют по содержанию растворенного неорганического углерода (DIC), например в любом TOC анализаторе (например, с использованием *ГОСТ 31958*).

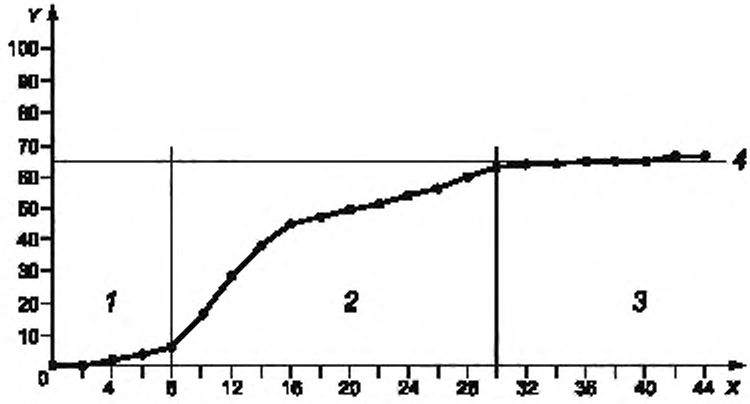
Приложение В
(справочное)

Примеры графического представления процесса выделения диоксида углерода и кривых биоразложения



X — время, сут; *Y* — образование диоксида углерода, г/емкость; *1* — испытуемый материал; *2* — контрольная проба

Рисунок В.1 — Кривая выделения диоксида углерода



X — время, дни; *Y* — степень биоразложения, %; *1* — лаг фаза; 2 — фаза биоразложения, *3* — фаза плато, *4* — средняя степень биоразложения (65 %)

Рисунок В.2 — Кривая биоразложения

Приложение С
(справочное)

Пример определения потери массы

Определение потери массы органического вещества в испытуемом материале в процессе компостирования может предоставить полезную количественную информацию для определения степени биоразложения, которую определяют по измерению количества выделившегося диоксида углерода.

Ниже приведен метод расчета потери массы с использованием результатов измерения содержания летучих твердых веществ испытуемого материала и инокулята из компоста в начале и в конце испытания.

Сокращения:

com — инокулят из компоста,
mat — испытуемый материал,
mix — смесь испытуемого материала и инокулята,
ves — емкость для испытания,
wat — вода.

Обозначения:

w — влажный материал,
d — масса общего сухого вещества,
v — масса летучих твердых веществ,
d/w — отношение массы общего сухого вещества к массе влажного вещества,
v/d – отношение массы летучих твердых веществ к массе общего сухого вещества,
deg — разложившийся испытуемый материал,
f — емкость для испытания,
s — начало испытания,
e — конец испытания,
y — пустые емкости для испытания (тара),
a — дополнительная проверка,
add — добавленная вода,
B — контрольная проба (только инокулят),
m — смесь испытуемого материала и инокулята,
mean — среднее значение.

a) Взвешивают каждую пустую емкость для испытания для получения массы тары (ves_y), ***результат взвешивания записывают*** в граммах.

b) Определяют массу влажного вещества (mat_w), общего сухого вещества (mat_d) и летучих твердых веществ (mat_v) примерно в 10 г испытуемого материала и вычисляют отношение массы общего сухого вещества к массе влажного вещества ($mat_{d/w}$) и отношение массы летучих твердых веществ к массе общего сухого вещества ($mat_{v/d}$).

c) Влажное испытуемое вещество в количестве, соответствующем полученной массе, вводят в каждую емкость для испытания в начале испытания (mat_{wfs}) для расчета массы общего летучего твердого вещества (mat_{vfs}) в каждой емкости для испытания в соответствии с формулой (С. 1), результат выражают в граммах на емкость

$$mat_{vfs} = mat_{wfs} \cdot mat_{d/w} \cdot mat_{v/d}. \quad (C.1)$$

d) До начала испытания определяют массу влажного вещества (com_{ws}), общего сухого вещества (com_{ds}) и летучих твердых веществ (com_{vs}) примерно в 10 г компоста, использованного в качестве инокулята. Вычисляют отношение массы общего сухого вещества к массе влажного вещества ($com_{ds/ws}$) и массы летучих твердых веществ к массе общего сухого вещества ($com_{vs/ds}$).

e) Влажный компост в количестве, соответствующем полученной массе, вводят в каждую емкость для испытания в начале испытания (com_{wfs}) для расчета массы общего летучего твердого вещества в компосте (com_{vfs}) в каждой емкости для испытания в соответствии с формулой (С.2), результат выражают граммах на емкость

$$com_{vfs} = com_{wfs} \cdot com_{ds/ws} \cdot com_{vs/ds}. \quad (C.2)$$

f) Взвешивают каждую емкость для испытания с испытуемой смесью инокулята и испытуемого материала и каждую емкость с контрольной пробой, содержащей инокулят из компоста в начале (ves_{ms} и ves_{Bs}) и в конце (ves_{me} и ves_{Be}) испытания, результат выражают в граммах на емкость.

g) Проверяют правильность количества испытуемого материала (mat_{wfs}), инокулята(com_{wfs}) и воды (wat_{add}), которые были добавлены в емкости для компостирования, используя формулу (С.3) для испытуемой смеси (ves_{am}) и формулу (С.4) для контрольной пробы (ves_{aB})

$$ves_{am} = ves_y + ves_{ms} = ves_y + com_{wfs} + mat_{wfs} + wat_{add}; \quad (C.3)$$

$$ves_{aB} = ves_y + ves_{Bs} = ves_y + com_{wfs} + wat_{add}. \quad (C.4)$$

h) Для каждой емкости для испытания вычисляют количество влажной смеси испытуемого материала и инокулята, оставшейся в конце испытания (mix_{wfe}), используя формулу (С.5); для каждой контрольной пробы вычисляют количество оставшегося инокулята (com_{wBe}), используя формулу (С.6), результат выражают в граммах на емкость

$$mix_{wfe} = ves_{mix} - ves_{y}, \quad (C.5)$$

$$com_{wBe} = ves_{Be} - ves_{y}. \quad (C.6)$$

i) В конце испытания отбирают представительные образцы: примерно 10 г смеси испытуемого материала и инокулята из каждой емкости для испытания. Определяют массу влажной смеси (mix_{we}), общего сухого вещества (mix_{de}) и летучих твердых вещества (mix_{ve}) и вычисляют отношение массы общего сухого вещества к массе влажной смеси ($mix_{de/we}$) и массы летучих твердых веществ к массе общего сухого вещества ($mix_{ve/de}$). Таким же образом определяют отношение массы общего сухого вещества к массе влажной смеси ($com_{de/we}$) и массы летучих твердых веществ к массе общего сухого вещества, ($com_{ve/de}$) в контрольной пробе.

j) Вычисляют массу летучих твердых веществ в каждой испытуемой смеси в конце испытания (mix_{vfe}) используя формулу (С.7) и массу летучих твердых веществ в инокуляте из компоста в каждый емкости для контрольной пробы (com_{vBe}), используя формулу (С.8), результат выражают в граммах на емкость

$$mix_{vfe} = mix_{wfe} \; mix_{de/we} \cdot mix_{ve/de}, \quad (C.7)$$

$$com_{vBe} = ves_{Be} \cdot com_{de/we} \; com_{ve/de}. \quad (C.8)$$

k) Вычисляют среднее значение массы летучих твердых веществ в контрольной пробе в конце испытания ($com_{vBe,\ среднее}$).

l) Вычисляют массу летучих твердых веществ в испытуемом материале в каждой емкости для испытания в конце испытания (mat_{vfe}), используя формулу (С.9), результат выражают в граммах на емкость

$$mat_{vfe} = mix_{vfe} - com_{vBe.\ среднее}. \quad (C.9)$$

m) Вычисляют массу разложенного испытуемого материала (mat_{deg}) в каждой емкости для испытания, используя формулу (С.10), результат выражают в граммах на емкость

$$mat_{deg} = mat_{vBe} - mat_{vfe}. \quad (C.10)$$

n) Для каждой емкости для испытания вычисляют долю потери массы испытуемого материала, %, т. е. степень биоразложения D_v, по формуле

$$D_v = \frac{mat_{deg}}{mat_{vBe}} 100. \quad (C.11)$$

o) Вычисляют среднее значение степени биоразложения $D_{v,\ среднее}$, в процентах.

p) При необходимости таким же образом определяют степень биоразложения, вычисленную по потере массы контрольного материала.

Приложение D
(справочное)

Круговые испытания

Для проверки этого метода были проведены круговые испытания . В качестве испытуемого материала использовали бумагу и сополимеры поли-β-гидроксибутират и поли-β-гидроксивалерат.

В качестве контрольного материала использовали целлюлозу с размером частиц менее 20 мкм. Результаты испытаний и замечания участников показали, что метод пригоден и практичен и дает результаты испытаний с высокой предсказуемостью.

Результаты испытаний опубликованы в [1].

Приложение Е
(справочное)

Примеры бланков

Протокол испытания
на аэробное биоразложение в контролируемых условиях компостирования, *ГОСТ Р*

Испытуемый материал _____ Происхождение компоста _____ Объем емкостей для испытания _____ Результаты испытания _____	Контрольный материал _____ Возраст компоста _____ Метод определения CO_2 _____

	Средняя степень биоразложения, вычисленная по выделившемуся CO_2, %	Средняя степень биоразложения, вычисленная по массе органического вещества, %	Продолжительность испытания, дни	Наблюдения
Испытуемый материал				
Контрольный материал				

Степень биодеградации эталонного материала после 45 дней > 70 %?	О Да	О Нет
Различие между процентной долей биоразложения эталонного материала в различных емкостях к концу испытания < 20 %?	О Да	О Нет
Среднее производство CO_2 в емкостях для контрольной пробы через 10 дней находится в пределах от 50 до 150 мг CO_2/г летучих твердых веществ?	О Да	О Нет

Критерий достоверности				
Степень биоразложения контрольного материала после 45 дней более 70 %?	О	Да	О	Нет
Различие между степенью биоразложения контрольного материала в различных емкостях к концу испытания менее 20 %?	О	Да	О	Нет
Средняя масса образовавшегося CO_2 в емкостях для контрольной пробы через 10 дней находится в пределах от 50 до 150 мг CO_2/г летучих твердых веществ?	О	Да	О	Нет

Протокол испытания
на контролируемое аэробное компостирование — Степень биоразложения, вычисленная по выделившемуся CO_2, *ГОСТ Р*

Испытуемый материал/ Контрольный материал: _____ ТОС: _____ г/г $ThCO_2$: _____ г/емкость

Дата	День	$(CO_2)_{B1}$ г/емкость	$(CO_2)_{B2}$ г/емкость	$(CO_2)_{B3}$ г/емкость	$(CO_2)_{B,\ средние}$ г/емкость	$(CO_2)_{t1}$ г/емкость	$(CO_2)_{t2}$ г/емкость	$(CO_2)_{t3}$ г/емкость	D_{t1} %	D_{t2} %	D_{t3} %	$D_{t\ средние}$ %

$(CO_2)_B$ — измеренная кумулятивная масса CO_2 контрольной пробы;

$(CO_2)_t$ — измеренная кумулятивная масса CO_2 испытуемого материала или контрольного материала на время *t*.

Вычисления

$$(CO_2)_{B,\ средние} = \frac{(CO_2)_{B1} + (CO_2)_{B2} + (CO_2)_{B3}}{3}, \quad (E.1)$$

$$D_t = \frac{(CO_2)_t - (CO_2)_{B\ средние}}{ThCO_2}, \quad (E.2)$$

$$D_{t\ средние} = \frac{D_{t1} + D_{t2} + D_{t3}}{3}. \quad (E.3)$$

Протокол испытания
на аэробное биоразложение в контролируемых условиях компостирования —
Степень биоразложения, вычисленная по потере массы органической материи, ***ГОСТ Р***

Испытуемый материал _____ Контрольный материал _____

Испытуемый материал (mat)	mat_w (г)	mat_d(г)	mat_v(г)	$mat_{d/w}$	matv/d
Инокулят, начало испытания (com_s)	com_{ws} (г)	com_{ds}(г)	com_{vs}(г)	$com_{ds/ws}$	comvs/ds
Испытуемая смесь (mix_s)	mix_{ws} (г)	mix_{ds}(г)	mix_{vs}(г)	$mix_{ds/ws}$	mixve/de
Инокулят, конец испытания (com_e)	com_{we} (г)	com_{de}(г)	com_{ve}(г)	$com_{de/we}$	comve/de

Испытуемый материал	mat_{wfs} г/емкость	mat_{vfs} г/емкость	wat_{add} г/емкость	ves_{ms} г/емкость	ves_{em} г/емкость	ves_{y} г/емкость	ves_{me} г/емкость	mix_{wfe} г/емкость	mix_{vfe} г/емкость	mat_{vfe} г/емкость	mat_{deg} г/емкость
mat 1											
mat 2											
mat 3											
$mat_{среднее}$											

Контрольная проба	comwBs г/емкость	comvBs г/емкость	watadd г/емкость	vesBs г/емкость	vesaB г/емкость	vesy г/емкость	vesBe г/емкость	comwBe г/емкость	comvBe г/емкость
com 1									
com 2									
com 3									
$com_{среднее}$									

Сокращения:
com — инокулят из компоста,
mat — испытуемый материал,
mix — смесь испытуемого материала и инокулята,
ves — емкость для испытания,
wat — вода.
Обозначения:
w — влажный материал,
d — общее сухое вещество,
v — летучие твердые вещества,
d/w — отношение общего сухого вещества к массе влажного вещества,
v/d — отношение летучих твердых веществ к общему сухому веществу,
deg — разложившийся испытуемый материал,
f — емкость для испытания,
s — начало испытания,
e — конец испытания,
y — пустые емкости для испытания (тара),
a — дополнительная проверка,
add — добавленная вода,
B — контрольная проба (только инокулят),
m — смесь испытуемого материала и инокулята,
mean — среднее значение.
Расчет степени разложения на основе летучих твердых веществ.

$$D_v = \frac{mat_{deg}}{mat_{vfr}} 100. \qquad (E.4)$$

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных национальных и межгосударственных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного национального (межгосударственного) стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование ссылочного международного стандарта
ГОСТ 33045—2014	NEQ	ISO 6777:1984 «Вода. Методы определения азотсодержащих веществ»
ГОСТ 31958—2012	NEQ	ISO 8245:1999 «Вода. Методы определения содержания общего и растворенного органического углерода»
Примечание — В настоящей таблице использовано следующее условное обозначение степени соответствия стандартов: - NEQ — неэквивалентные стандарты.		

Библиография

[1] Pagga, U., Beimborn, D.B., Boelens, J., De Wilde, B. Determination of the Aerobic Biodegradability of Polymeric Material in a Laboratory Controlled Composting Test, Chemosphere, 31, pp. 4475—4487 (1995)
Пагга У., Беймборн Д.В., Боеленс Дж., Де Вильде Б. Определение аэробной биоразлагаемости полимерных материалов при контролируемом компостировании в лабораторных условиях, Chemosphere, 31, pp. 4475—4487 (1995)

УДК 678.686.001.4:006.354 ОКС 83.080

Ключевые слова: пластмассы, определение способности к аэробному биоразложению, диоксид углерода, контрольный материал, контрольная проба, степень биоразложения

Редактор *С.А. Старшинов*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *Ю.М. Прокофьева*
Компьютерная верстка *И.А. Налейкиной*

Сдано в набор 10.11.2016. Подписано в печать 20.12.2016. Формат 60 × 84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,79. Уч.-изд. л. 2,53. Тираж 28 экз. Зак. 3209.
Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Издано и отпечатано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru