ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р ИСО 16929— 2024

ПЛАСТМАССЫ

Определение степени разложения в установленных условиях компостирования в процессе пробных испытаний

(ISO 16929:2021, Plastics — Determination of the degree of disintegration of plastic materials under defined composting conditions in a pilot-scale test, IDT)

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2024

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Федеральным государственным бюджетным учреждением «Российский институт стандартизации» (ФГБУ «Институт стандартизации») на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 230 «Пластмассы, полимерные материалы, методы их испытаний»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 мая 2024 г. № 664-ст

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ИСО 16929:2021 «Пластмассы. Определение степени разложения пластмассовых материалов в установленных условиях компостирования в процессе пробных испытаний» (ISO 16929:2021 «Plastics — Determination of the degree of disintegration of plastic materials under defined composting conditions in a pilot-scale test», IDT).

Международный стандарт разработан Техническим комитетом ИСО/ТК 61 «Пластмассы», Подкомитетом ПК 14 «Аспекты окружающей среды», совместно с Техническим комитетом CEN/ТК 249 «Пластмассы» Европейского комитета по стандартизации (CEN) в соответствии с Соглашением о техническом сотрудничестве между ИСО и CEN (Венское соглашение).

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного международного стандарта для приведения в соответствие с ГОСТ Р 1.5—2012 (пункт 3.5).

Дополнительная сноска в тексте стандарта, выделенная курсивом, приведена для пояснения текста оригинала

5 ВЗАМЕН ГОСТ Р 57226—2016 (ИСО 16929:2013)

*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 (*gost.e-ecolog.ru

© ISO, 2021
© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2024

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 1
4 Сущность метода 2
5 Аппаратура 2
6 Проведение испытания 3
7 Обработка результатов 7
8 Достоверность испытания 8
9 Протокол испытания 8
Библиография 9

Введение

Биологическая обработка материалов из биоразлагаемых пластмасс включает аэробное компостирование в эффективных муниципальных или промышленных очистных сооружениях для биологических отходов. Определение степени разложения пластмасс на опытно-промышленной установке является важным этапом в рамках плана испытаний по оценке промышленной компостируемости таких материалов.

Чтобы декларировать промышленную компостируемость, материал должен не только разлагаться в компостной системе, но также подвергаться в ней биоразложению (что можно показать стандартными методами), и должен завершить свое биоразложение в ходе конечного использования компоста. Кроме того, компост должен соответствовать определенным критериям качества, включая низкое содержание регламентированных металлов, отсутствие экотоксичности и явно различимых (углеводородных) остатков.

Настоящий стандарт устанавливает непрямой (косвенный) метод, имитирующий процесс биоразложения пластмасс в условиях компостирования в испытательной лаборатории. Метод определения степени разложения пластмасс основан на сравнении общей массы сухих твердых веществ до и после испытания в материале с заданными исходными размерами 10 × 10 см (для пленок) и 5 × 5 см (для других продуктов).

Метод, установленный в настоящем стандарте, не используют для количественного определения микропластика в компосте.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ПЛАСТМАССЫ

Определение степени разложения в установленных условиях компостирования в процессе пробных испытаний

Plastics.
Determination of the degree of disintegration under defined composting conditions in a pilot-scale test

Дата введения — 2025—07—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает метод определения степени разложения пластмасс при заданных условиях компостирования в процессе пробных испытаний, который является составной частью общей схемы для оценки компостируемости пластмасс по ИСО 17088.

Метод испытания, установленный настоящим стандартом, может быть также использован для определения влияния испытуемого материала на процесс компостирования и качество полученного компоста. Настоящий стандарт не может быть применен при определении способности испытуемого материала к аэробному биоразложению.

Примечание — Для данного испытания используют другие методы (например, см. методы по ИСО 14851, ИСО 14852 или ИСО 14855-1 и ИСО 14855-2).

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте нормативные ссылки отсутствуют.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями.

Терминологические базы данных ИСО и МЭК доступны по следующим интернет-адресам:

- платформа онлайн-просмотра ИСО по адресу: gost.e-ecolog.ru ;
- Электропедия МЭК по адресу: gost.e-ecolog.ru .

3.1 **разложение** (degradation): Необратимый процесс, ведущий к значительным изменениям в структуре материала, которые обычно характеризуются изменением его свойств (например, целостности, молекулярной массы или структуры, механической прочности), и/или к измельчению под воздействием окружающей среды, протекающий в течение определенного периода времени и состоящий из одного или более этапов.

3.2 **биоразложение** (biodegradation): Разложение (3.1), вызванное биологической активностью микроорганизмов, особенно действием ферментов, и приводящее к значительному изменению химической структуры материала.

3.3 **дезинтеграция (разрушение)** (disintegration): Физическое разрушение материала на мельчайшие фрагменты.

3.4 **компост** (compost): Органическое удобрение, полученное путем биоразложения (3.2) смеси, состоящей, в основном, из различных растительных остатков, иногда с включением других органических материалов, и содержащей ограниченное количество минеральных веществ.

Издание официальное

3.5 **компостирование** (composting): Аэробный процесс, в результате которого образуется *компост* (3.4).

3.6 **компостируемость (пригодность к компостированию)** (compostability): Свойство материала, характеризующее склонность к биоразложению в процессе компостирования (3.5).

3.7 **зрелость компоста** (maturity of compost): Показатель, характеризующий степень зрелости компоста (3.4) путем измерения максимальной температуры самонагревания при испытании с использованием сосудов Дьюара.

Примечание 1 — Оценивают по шкале Rottegrad (см. 6.2.3.1).

3.8 **общее содержание сухих твердых веществ** (total dry solids): Количество твердых веществ, полученное в результате сушки указанного объема испытуемого материала или компоста (3.4) при температуре около 105 °С до постоянной массы.

3.9 **содержание сгораемых твердых веществ** (volatile solids): Количество твердых веществ, рассчитанное путем вычитания остаточных продуктов, полученных в результате сжигания указанного объема испытуемого материала или компоста (3.4) при температуре примерно 550 °С, из общего содержания сухих твердых веществ (3.8) в той же пробе.

Примечание 1 — Содержание сгораемых твердых веществ является показателем, характеризующим количество присутствующих органических веществ.

4 Сущность метода

Испытание на разложение проводят при заданных определенных условиях компостирования в процессе пробных испытаний.

Испытуемый материал смешивают со свежими биологическими отходами в точной концентрации и вводят в определенную среду для компостирования. При этом естественная повсеместно распространенная популяция микроорганизмов начинает спонтанный процесс компостирования, и температура повышается. Компостную массу регулярно переворачивают и перемешивают. Температуру, pH, содержание влаги и газовый состав регулярно контролируют. Условия должны соответствовать определенным требованиям для обеспечения достаточной и соответствующей активности микроорганизмов. Процесс компостирования продолжается до тех пор, пока не получится полностью стабилизированный компост, — как правило, после 12 нед.

Компост следует визуально осматривать через определенные интервалы времени, чтобы обнаружить какие-либо неблагоприятные воздействия испытуемого материала на процесс компостирования. В конце испытания определяют зрелость компоста, и смесь компоста и испытуемого материала просеивают через сита с ячейками размером 2 и 10 мм. Разложение испытуемого материала оценивают по общему содержанию сухих твердых веществ путем сравнения фракции испытуемого материала, оставшегося на сетке с ячейками размером 2 мм, и количества испытанного материала. Компост, полученный в конце процесса компостирования, может быть использован для дальнейших исследований, например химического анализа и испытаний на экотоксичность.

5 Аппаратура

5.1 Оборудование для компостирования

5.1.1 Общие положения

В качестве среды для компостирования можно применять либо емкость для пробного компостирования, либо сетки, полностью закопанные в эту емкость. Объем емкости должен быть достаточно большой для происходящего естественного саморазогрева. Соответствующая система подачи воздуха должна обеспечивать достаточную и равномерную аэрацию. Для нормализации условий испытания компостные пробы могут быть внесены в емкости, которые помещают в климатическую камеру с постоянной температурой, или в утепленные емкости.

Если во время спонтанной термофильной фазы температура компоста достигает более 65 °С, многообразие видов микроорганизмов может понизиться. Чтобы восстановить полный спектр термо-

фильных бактерий, компост может быть реинокулирован* со зрелым компостом (примерно 10 г/кг первоначальной массы биологических отходов) недавнего происхождения (максимальный возраст 3 мес).

5.1.2 Емкости для компостирования

5.1.2.1 Объем и материал

Емкости для компостирования должны:

- иметь минимальный объем, равный 35 дм^3;
- быть изготовлены из прочного, термостойкого и не поддающегося биоразложению материала;
- не влиять на процесс компостирования или качество компоста.

5.1.2.2 Дренаж

Дренаж должен состоять из слоя дренажного материала толщиной не менее 5 см в нижней части емкостей.

5.1.3 Сетки для проб

Используемая сетка должна состоять из сетчатого материала с ячейками размером 1 мм, изготовленного из неразлагаемой пластмассы, которая устойчива к температуре не выше 120 °С. Рекомендуемый минимальный объем сетки — 20 дм^3.

5.2 Прибор для измерения температуры.

5.3 pH-метр.

5.4 Прибор для измерения уровня кислорода.

5.5 Сита подходящей формы с ячейками размером 2 и 10 мм (как указано, например, в ИСО 3310-2).

6 Проведение испытания

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ — Компост может содержать потенциально патогенные организмы. Поэтому при обращении с ним следует соблюдать соответствующие меры предосторожности. Аспергилез, аллергический альвеолит у сельскохозяйственных рабочих, гистоплазмоз, легионеллез, паронихия и столбняк — это наиболее распространенные заболевания, которые могут возникнуть в результате незащищенного контакта с компостом. Регулярно следует соблюдать следующие общие меры предосторожности, чтобы избежать передачи опасных грибков, бактерий и других патогенов, обнаруженных в компосте:

- надевать перчатки, чтобы избежать прямого контакта с кожей;

- надевать защитную обувь, которая должным образом закроет кожу;

- при перемешивании и переворачивании компоста, что требуется на регулярной основе для его переработки и разложения, надевать защитную маску для носа и рта или респиратор, чтобы избежать вдыхания различных спор, которые могут попасть в воздух во время обработки и переворачивания;

- не хранить компост в полностью закрытых или герметичных контейнерах;

- мыть руки после работы с компостом.

6.1 Действия до и во время инкубации

6.1.1 Начало испытания

6.1.1.1 Подготовка биологических отходов

В качестве несущей матрицы используют биологические отходы предпочтительно из материала, полученного в результате компостирования, в основном, бытовых отходов или, что менее предпочтительно, биологических отходов, например непосредственно от домашних хозяйств или бакалейных магазинов.

Примечание — Допускается также использование искусственных биологических отходов, включающих в себя, например, следующие компоненты:

- свежая смесь фруктовых и овощных отходов;
- корм для кроликов (семена и прессованные сушено-растительные пеллеты);
- зрелый компост;
- достаточное количество воды для достижения требуемой влажности;
- наполнитель (например, древесная щепа или кора).

---

* *Под реинокуляцией в настоящем стандарте подразумевается повторное введение микроорганизмов в питательную среду (компост) для поддержания биологического процесса.*

Необходимо, чтобы для всех серий испытаний использовались однородные биологические отходы одинакового возраста и происхождения. Уменьшают размер частиц биологических отходов до размера не более 50 мм, например путем измельчения или просеивания. В зависимости от типа отходов добавляют примерно от 100 до 600 г/кг наполнителя (структурно устойчивых компонентов, таких как щепа или кора с частицами размером от 10 до 50 мм).

Для обеспечения надлежащего процесса компостирования биологические отходы должны отвечать следующим критериям:

- соотношение углерода и азота (C:N) в свежей смеси биологические отходы/наполнитель должно составлять от 20 до 30;
- массовая доля влаги должна быть более 50 %, при отсутствии свободной воды;
- массовая доля сгораемых твердых веществ, содержащихся в общем сухом твердом веществе, должна быть более 50 %;
- pH должен быть более 5.

Соотношение углерода и азота (C:N) при необходимости регулируют мочевиной.

6.1.1.2 Подготовка испытуемого материала

a) Если целью испытания являются измерение степени разложения испытуемого материала и анализ его влияния на процесс компостирования и качество компоста, используют такой же испытуемый материал (форма, толщина), как и для предполагаемого конечного использования. Крупный материал уменьшают до размеров 10 × 10 см для пленок и 5 × 5 см для других продуктов.

Примечание 1 — Для упрощения выделения испытуемого материала в него могут быть добавлены красители (например, диоксид титана TiO_2 или окись железа Fe_2O_3).

b) Если (дополнительной) целью испытания является производство компоста для испытания на экотоксичность, то дополнительно [см. перечисление a)] используют испытуемый материал в форме мелкодисперсного порошка или гранул. Такая форма предназначена для уменьшения объема смеси биологических отходов и испытуемого материала.

Рекомендуется использовать испытуемый материал в виде порошка с частицами размером менее 500 мкм.

Примечание 2 — Мелкодисперсный порошок или гранулы добавляют с целью увеличения входной концентрации в начале испытания на компостирование (см. 6.1.1.4). Мелкодисперсный порошок или гранулы с частицами размером менее 500 мкм не будут влиять на разрушение испытуемого материала.

6.1.1.3 Количество серий испытаний

Необходимо обеспечить достаточное количество серий испытаний на компостирование, по крайней мере, следующие:

a) две серии для контроля биологических отходов;

b) две серии для испытуемого материала [см. 6.1.1.2, перечисление a)];

c) дополнительные две серии для испытуемого материала [см. 6.1.1.2, перечисление b)].

6.1.1.4 Соотношение биологических отходов и испытуемого материала в смеси

Проводят каждую серию испытаний на компостирование с одинаковым количеством биологических отходов (влажная масса не менее 15 кг). При этом необходимое количество добавляемого испытуемого материала должно быть следующим:

a) для измерения степени разложения и анализа компоста [см. раздел 6.1.1.2, перечисление a)]:

- 10 г/кг испытуемого материала в его конечной форме;

b) для измерения степени разложения, анализа компоста и испытания на экотоксичность в одной серии испытаний [см. раздел 6.1.1.2, перечисления a) и b)]:

- 10 г/кг испытуемого материала в его конечной форме,
- и 90 г/кг испытуемого материала в форме порошка или гранул;

c) для дополнительных испытаний на экотоксичность в отдельной серии испытаний [см. 6.1.1.2, перечисление b)]:

- 100 г/кг испытуемого материала в виде порошка или гранул.

6.1.1.5 Подготовка проб

Используемые биологические отходы должны представлять собой произвольно взятую, однородную, репрезентативную пробу.

Каждую серию испытаний подготавливают отдельно. Для всех серий с испытуемым материалом точно взвешивают биологические отходы и испытуемый материал и тщательно перемешивают их, прежде чем поместить в емкость для компостирования.

Если в емкостях для компостирования используют сетки для проб, то вводимые биологические отходы от каждой пробы помещают в контейнер, взвешивают и затем тщательно перемешивают с испытуемым материалом, который необходимо добавить в соотношении, указанном в 6.1.1.4. Смесь биологических отходов и испытуемого материала помещают в сетки, плотно связывают сетки с помощью шнура из термостойкой небиоразлагаемой пластмассы и помечают сетки соответствующим образом.

6.1.2 Переворачивание

Смесь биологических отходов регулярно переворачивают, чтобы разрушить комки и перемешать воду, микроорганизмы и субстрат. Делают это еженедельно в течение первых 4 нед и затем каждые 2 нед до конца испытания. Если используют сетки для проб, то открывают сетки и перемешивают содержимое.

6.1.3 Окончание испытаний

6.1.3.1 Продолжительность испытания

Рекомендуемая продолжительность инкубации — 12 нед.

6.1.3.2 Просеивание

Компост, полученный в каждой серии испытаний на компостирование, просеивают для выявления оставшихся частиц испытуемого материала нижеприведенным образом.

При использовании в испытании емкостей для компостирования из каждой емкости отбирают однородную пробу, предпочтительнее все содержимое емкости, но не менее 50 %. При применении в емкостях сетки для проб используют все содержимое из сетки.

Каждую из проб просеивают через стандартное сито ячейками размером 10 мм, внимательно следя за большими комочками (слипшегося) компоста, в которых остаются частицы испытуемого материала, и измельчают их до рассыпчатого состояния, которое имеет более типичное для компоста распределение частиц по размерам и легче просеивается. Просеянный материал дополнительно отделяют путем просеивания через сито с ячейками размером 2 мм. Из полученной таким образом фракции частиц размером от 2 до 10 мм отбирают все частицы испытуемого материала, помещают их на отдельное сито с ячейками размером 2 мм и аккуратно очищают путем промывки под струей воды, если это возможно. Сушат очищенные частицы при температуре 105 °С (или при температуре 40 °С для испытуемых материалов с температурой плавления ниже 105 °С) до достижения постоянной массы. Общее содержание сухих твердых веществ, полученных таким образом, используют для расчета степени разложения (см. раздел 7). Кроме того, измеряют количество присутствующих органических веществ путем определения содержания сгораемых твердых веществ.

Примечание — Извлечение частиц испытуемого материала может быть облегчено путем деления фракции частиц размером от 2 до 10 мм на фракции с более узким фракционным составом (например, от 2 до 5 мм и от 5 до 10 мм). Можно избежать потери частиц испытуемого материала в процессе очистки, используя под ситом с ячейками размером 2 мм дополнительное сито с ячейками размером 1 мм. Обычно игнорируют все частицы размером менее 2 мм.

Рекомендуется отбирать пробы из компоста, оставшегося после извлечения из него частиц испытуемого материала, для анализа качества компоста и испытаний на экотоксичность.

6.1.3.3 Визуальные наблюдения (при необходимости)

Визуальную оценку проводят в начале и в конце испытания и, если возможно, каждый раз, когда испытуемый материал переворачивают. Распределение частиц по размерам в испытуемом материале оценивают и записывают признаки образования колоний микроорганизмов (например, грибковые гифы, рост бактерий) на поверхности частиц испытуемого материала.

Для этого выбирают не менее 10 частиц испытуемого материала, имеющих следы всех видимых явлений разложения, от небольшого разложения до обширных разложений. Тщательно очищают выбранные частицы водой и визуально оценивают, обращая внимание на следующее:

- консистенцию и плотность материала;
- потерю цвета;
- признаки локального разрушения (например, наличие отверстий);
- насколько легко (или трудно) извлечь испытуемый материал.

Выбранные частицы возвращают в смесь для компостирования. Отмечают и документируют результаты каждой оценки в письменной форме и посредством фотографии.

Если испытуемый материал не разложился полностью в течение 12 нед, следует провести его визуальную оценку.

6.2 Анализ и контроль испытания

6.2.1 Начало испытания

a) Биологические отходы

В начале испытания анализируют биологические отходы и отдельно наполнитель (см. 6.1.1.1). Характеризуют и документируют состав отходов (например, доли садовых и кухонных отходов).

b) Испытуемый материал

Испытуемый материал (см. 6.1.1.2) описывают, указывая, например, тип материала, соотношение объема и площади поверхности или толщины, соотношение углерода и общего азота (C:N), содержание влаги, общее содержание сухих твердых веществ и содержание сгораемых твердых веществ.

6.2.2 Проведение испытания

6.2.2.1 Воздухообмен

Воздухообмен контролируют таким образом, чтобы процесс компостирования мог проходить постепенно. Регулярно измеряют концентрацию кислорода в компостируемом материале или в отводимом воздухе. Измерение следует проводить каждый рабочий день в течение первого месяца испытания и один раз в неделю по истечении первого месяца. Концентрация кислорода внутри компостируемого материала должна быть более 10 %. Если концентрация кислорода менее 10 %, то биологические отходы проветривают, используя воздушный поток со скоростью не более 15 $дм^3$/кг общего сухого вещества в час.

Допускается использование воздушного потока для контроля температуры и уровня влажности в емкости для компостирования. Для вентиляции емкостей предпочтительно применять такой же поток воздуха, как и в реальных сооружениях для переработки компоста. Если по техническим причинам используют более высокую скорость потока, то можно оценить количество аммиака, удаляемого этим потоком. Восстановление прежнего количества аммиака может быть восполнено путем добавления, например, мочевины.

6.2.2.2 Содержание влаги и pH

После переворачивания в каждой серии испытаний отбирают пробу для измерения pH и определения содержания влаги. Если содержание влаги чрезмерно низкое для нормального протекания процесса компостирования (массовая доля влаги менее 40 %), то добавляют воду.

6.2.2.3 Температура

Температурный профиль во время испытания должен соответствовать типичному режиму для промышленного компостирования и состоять из начальной термофильной фазы и мезофильного продолжения. Должны быть соблюдены следующие минимальные и максимальные значения температуры:

a) при измерении степени разложения и анализе компоста [см. 6.1.1.2, перечисление a) и 6.1.1.4, перечисление a)]:

- дни со 2-го по 7-й: от 60 °C до 75 °C,
- дни с 8-го по 28-й: от (55 ± 5) °C до (65 ± 5) °C,
- дни с 29-го по 56-й: от (50 ± 5) °C до (60 ± 5) °C,
- дни с 57-го по 70-й: ниже 50 °C,
- дни с 71-го по 84-й: ниже 45 °C.

Если испытание включает в себя производство компоста для испытаний на экотоксичность, то требуется добавить 100 г/кг испытуемого материала в начале эксперимента [см. 6.1.1.2, перечисление b)]. При пересчете на биоразлагаемые сгораемые твердые вещества это составляет примерно 300 г/кг, что приводит к более интенсивной (и более продолжительной) термофильной фазе. Таким образом допускается более высокий максимум для периода с 8-го дня по 28-й день, с 29-го дня по 56-й день и с 57-го дня по 70-й день;

b) при измерении степени разложения, анализе компоста и испытании на экотоксичность в одной серии испытаний [см. 6.1.1.2, перечисление a), 6.1.1.2, перечисление b) и 6.1.1.4, перечисление b)]:

- дни со 2-го по 7-й: от 60 °C до 75 °C,
- дни с 8-го по 28-й: от (55 ± 5) °C до (70 ± 5) °C,
- дни с 29-го по 56-й: от (50 ± 5) °C до (65 ± 5) °C,
- дни с 57-го по 70-й: ниже 55 °C,
- дни с 71-го по 84-й: ниже 45 °C;

c) при дополнительных испытаниях на экотоксичность в отдельной серии испытаний [см. 6.1.1.2, перечисление b) и 6.1.1.4, перечисление c)]:

- дни со 2-го по 7-й: от 60 °C до 75 °C,
- дни с 8-го по 28-й: от (55 ± 5) °C до (70 ± 5) °C,
- дни с 29-го по 56-й: от (50 ± 5) °C до (65 ± 5) °C,
- дни с 57-го по 70-й: ниже 55 °C,
- дни с 71-го по 84-й: ниже 45 °C.

Температуру измеряют в середине компостирующего материала не реже одного раза за рабочий день.

6.2.2.4 Визуальные наблюдения (при необходимости)

Визуально контролируют смесь и испытуемый материал во время переворачивания, оценивая структуру, влажность, развитие грибков и общий вид (см. 6.1.3.3).

6.2.3 Прекращение испытания

6.2.3.1 Компост

Влажную массу всего компоста определяют до просеивания.

Перед взвешиванием и просеиванием содержимое емкости для компостирования следует охладить до температуры окружающей среды, чтобы исключить возможность испарения чрезмерно большого количества влаги между взвешиванием и отбором проб для определения содержания влаги.

В однородной пробе фракции с частицами размером менее 10 мм определяют общее содержание сухих твердых веществ, содержание сгораемых твердых веществ (например, по ИСО 11465), pH (например, по ИСО 10390), аммонийного азота (например, по ИСО 7150-1), азота нитритов и азота нитратов (например, по ИСО 10304-1) и общего азота (например, по ИСО 5663). Для определения зрелости компоста используют соответствующий метод, такой как определение сгораемых жирных кислот (например, методом ионной хроматографии из водного экстракта) и/или оценку по шкале Rottegrad.

Примечание — Оценка уровня зрелости компоста по шкале Rottegrad происходит на основе определения максимальной температуры T_{max}, проводимого при испытании на самонагревание с применением сосудов Дьюара. Максимальную температуру, измеренную после выдержки от 2 до 5 дней, используют для классификации компоста следующим образом:

- Rottegrad I: $T_{max} > 60$ °C (свежие биологические отходы);
- Rottegrad II: T_{max} от 50,1 °C до 60,0 °C;
- Rottegrad III: T_{max} от 40,1 °C до 50,0 °C;
- Rottegrad IV: T_{max} от 30,1°C до 40,0 °C;
- Rottegrad V: $T_{max} \leq 30$ °C (зрелый компост).

Подробности относительно применяемого метода приведены в сборнике [12].

Результаты этих анализов используют для описания качества полученного компоста. Полученные результаты можно сравнить с компостом определенного состава надлежащего качества.

Если требуется, используют фракцию с частицами размером менее 10 мм для дальнейшего испытания на экотоксичность.

6.2.3.2 Испытуемый материал

Общее содержание сухих твердых веществ определяют во фракции с частицами размером более 2 мм.

7 Обработка результатов

Массы извлеченных частиц испытуемого материала всех выбранных фракций с частицами размером более 2 мм (см. 6.1.3.2) складывают в общую массу и сравнивают ее с массой исходного введенного испытуемого материала (см. 6.1.1.2). Степень разложения испытуемого материала D_i рассчитывают по общему содержанию сухих твердых веществ по формуле

$$D_i = \frac{m_1 + m_2}{m_1} \cdot 100, \quad (1)$$

где m_1 — общая масса сухих твердых веществ в испытуемом материале до проведения испытания, г;

m_2 — общая масса сухих твердых веществ в испытуемом материале после проведения испытания, г.

8 Достоверность испытания

Результаты испытания считают достоверными, если для всех емкостей или сеток в емкостях с биологическими отходами и смесями биологических отходов с испытуемым материалом:

a) соблюдается температурный режим, указанный в 6.2.2.3;

b) pH увеличивается до значения выше 7 во время испытания и не опускается ниже 5;

c) компост из биологических отходов контрольной пробы имеет зрелость (по шкале Rottegrad) IV или V после 12 нед и/или содержание сгораемых жирных кислот менее 500 мг/кг, или иной показатель, используемый для гарантирования завершения нормального процесса компостирования.

9 Протокол испытания

В протоколе испытаний должны быть указаны все необходимые данные, включающие, по крайней мере, следующую информацию:

a) ссылку на настоящий стандарт;

b) информацию, необходимую для идентификации и описания испытуемого материала (например, общее содержание сухих твердых веществ или сгораемых сухих твердых веществ, форма и внешний вид);

c) источник биологических отходов и результаты всех анализов, проведенных в начале испытания;

d) точное описание установки для компостирования (емкости, сетки в емкостях);

e) количество серий испытания на компостирование и количество биологических отходов и испытуемого материала;

f) результаты испытаний, т. е. количество оставшегося испытуемого материала и степень разложения после компостирования и просеивания, включая ссылку на раздел, поясняющий, как рассчитаны результаты;

g) значения показателей, характеризующих процесс компостирования (например, температурный профиль, pH, содержание влаги и концентрация кислорода);

h) результаты анализов, проведенных в конце компостирования;

i) при необходимости документируют в письменной форме и посредством фотографии результаты наблюдений за компостом из биологических отходов и испытуемого материала во время и в конце испытания (развитие грибков, структура, цвет и запах);

j) причины признания некоторых результатов испытания недостоверными;

k) любые отклонения при проведении испытания;

l) все наблюдаемые нетипичные явления;

m) дату проведения испытания.

Библиография

[1] ISO 3310-2, Test sieves — Technical requirements and testing — Part 2: Test sieves of perforated metal plate

[2] ISO 5663, Water quality — Determination of Kjeldahl nitrogen — Method after mineralization with selenium

[3] ISO 7150-1, Water quality — Determination of ammonium — Part 1: Manual spectrometric method

[4] ISO 10304-1, Water quality — Determination of dissolved anions by liquid chromatography of ions — Part 1: Determination of bromide, chloride, fluoride, nitrate, nitrite, phosphate and sulfate

[5] ISO 10390, Soil quality — Determination of pH

[6] ISO 11465, Soil quality — Determination of dry matter and water content on a mass basis — Gravimetric method

[7] ISO 14851, Determination of the ultimate aerobic biodegradability of plastic materials in an aqueous medium — Method by measuring the oxygen demand in a closed respirometer

[8] ISO 14852, Determination of the ultimate aerobic biodegradability of plastic materials in an aqueous medium — Method by analysis of evolved carbon dioxide

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

[10] ISO 14855-2, Determination of the ultimate aerobic biodegradability of plastic materials under controlled composting conditions — Method by analysis of evolved carbon dioxide — Part 2: Gravimetric measurement of carbon dioxide evolved in a laboratory-scale test

[11] ISO 17088, Specifications for compostable plastics

[12] Methods Book for the Analysis of Compost; Bundesgütegemeinschaft Kompost e. V, Hauptstraße 305, D-51143 Cologne, Germany, https://www.kompost.de/fileadmin/docs/shop/Grundlagen_GS/Methods_Book_2002.pdf

УДК 678.686.001.4:006.354 ОКС 83.080.01

Ключевые слова: пластмассы, определение степени разложения, биоразложение, дезинтеграция, компост, компостирование, пригодность к компостированию, классификация компоста, пробные испытания

Редактор *Л.С. Зимилова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *С.И. Фирсова*
Компьютерная верстка *М.В. Малеевой*

Сдано в набор 28.05.2024. Подписано в печать 11.06.2024. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,58.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru