



中 华 人 民 共 和 国 国 家 标 准

GB/T 28206-202X
/ISO 17088:2021

塑料 有机回收 可堆肥塑料技术要求

Plastics — Organic recycling — Specifications for compostable plastics

(ISO 17088:2021, IDT)

征求意见稿

2025-8-27

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

引言

固体垃圾的处理已成为全世界日益关注的问题。城市、城镇和乡村都在试图通过各种不同回收方法来改变过去填埋和无能量回收的垃圾处理方式，从而来回收更多可利用的垃圾，使废弃物转为有用的产品。塑料回收技术包括了物质回收（物理回收、化学或原料回收、生物或有机回收）和可控条件下热能回收。

本标准旨在明确识别可堆肥塑料及其制成的可堆肥制品，这些塑料和制品可以通过有机回收方式进行回收，即在堆肥或厌氧消化后接续堆肥的过程中，与生物废弃物共同有效分解并实现生物分解，最终生成堆肥，并且不会残留任何持久性或有害残留物。

警告：废水、活性污泥、土壤和堆肥中可能含有潜在致病菌，因此，处理时应采取适当的防护措施。处理毒性试验化合物或性质未知的化合物时须特别小心。

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件代替GB/T 28206-2011《可堆肥塑料技术要求》，与GB/T 28206-2011相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

本文件使用翻译法等同采用ISO 17088:2021《塑料 有机回收 可堆肥塑料技术要求》。

本文件代替GB/T 28206-2011，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- 修改了标准名称；
- 修改了标准适用范围中的成分控制要求等；
- 规范性引用文件作了增减；
- 术语和定义作了增减，增加了有机回收、厌氧消化、全氟和多氟化合物、工业堆肥、有机成分、家庭堆肥；
- 总则做了修改；
- 基本要求增加了成分控制；
- 具体要求增加了去除无机碳含量的描述；
- 崩解性能做了修改；
- 最终生物分解性能做了修改；
- 修改生态毒性要求为堆肥对陆生生物的安全性，包括了概述、生态毒性试验方案、植物生长试验、蚯蚓毒性试验、蚯蚓急性毒性试验、蚯蚓慢性毒性试验、土壤微生物硝化抑制试验；
- 增加了成分控制，包括了概述、受控金属和其他元素、全氟和多氟化合物（PFCs）、其他有害物质和挥发性固体；
- 增加了结果声明；
- 修改了附录A；
- 增加了规范性附录B、C、D、E
- 增加了资料性附录F。

本文件由全国生物基材料及分解制品标准化技术委员会（SAC/TC380）归口。

本文件起草单位：北京工商大学、深圳光华伟业股份有限公司、浙江华发生态科技有限公司、北京微构工场生物技术有限公司、扬州惠通新材料有限公司、扬州惠通科技股份有限公司、惠通北工生物科技（北京）有限公司、北京丰德兰志包装技术有限公司、安徽华驰环保科技有限公司、浙江海正生物材料股份有限公司、合肥恒鑫生活科技股份有限公司、宁波家联科技股份有限公司、富岭科技股份有限公司、安徽丰原生物科技股份有限公司、广东崇熙环保科技有限公司、彤程化学（中国）有限公司、重庆市联发塑料科技股份有限公司、深圳市正旺环保新材料有限公司、惠州俊儿塑料科技有限公司、深圳万达杰环保新材料股份有限公司、江西轩品新材料有限公司、营口正大实业有限公司、四川大学、清华大学、浙江绿禾生态科技股份有限公司、北京永华晴天科技发展有限公司、轻工业塑料加工应用研究所。

本文件主要起草人：李字义、杨义浒、孙元正、徐绪明、陈志明、梁伟、张福祥、周义刚、江桂兰、胡新福、张建纲、刁晓倩、付焱、纪传侠、魏杰、赵燕超、周久寿、沈坤良、徐景美、汪纯球、张坚洪、赵英杰、蒋苏臣、郑伟春、王玉忠、田国强、魏达、郭宝华、吴刚、王鹏、刘赞桥。

本文件所代替文件的历次版本发布情况为：

GB/T 28206，2011年首次发布。

塑料 有机回收 可堆肥塑料技术要求

1 范围

本标准规定了适合通过有机回收的塑料和塑料制品的程序和要求。

本标准技术要求包含以下四个方面内容：

- a) 崩解性能；
- b) 最终需氧生物分解性能；
- c) 堆肥对陆生生物无不利影响；
- d) 成分控制要求。

这四个方面适用于评估对工业堆肥过程的影响。本标准旨在用作可堆肥塑料材料和制品标识及相关声明体系的基础。

本文件不涉及对最终以垃圾形式进入环境的塑料的生物分解性能要求，也不适用于家庭小型设备中的生物处理。

可堆肥塑料的堆肥处理过程应当在运行良好的堆肥设施中进行，要求适合的温度、含水量、有氧条件、碳/氮比和处理方法等。工业和市政堆肥设备通常可以满足这些条件。在此条件下，可堆肥塑料发生崩解和生物分解，其分解率与庭院废弃物、牛皮纸袋和食物碎屑相当。

“可堆肥”或“在市政和工业堆肥设施中可堆肥”等术语在本标准中视为等同于“有机回收”的概念。

2 规范性引用文件

本文中引用的下列文件的部分或全部内容构成了本文件的要求。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

ISO 472 塑料 术语 Plastics — Vocabulary

ISO 11268-1 土壤质量 污染物对蚯蚓的影响 第1部分：对赤子爱胜蚓/赤子爱胜蚓的急性毒性测定 Soil quality — Effects of pollutants on earthworms — Part 1: Determination of acute toxicity to *Eisenia fetida*/*Eisenia andrei*

ISO 11268-2 土壤质量 污染物对蚯蚓的影响 第2部分：对赤子爱胜蚓繁殖影响的测定 Soil quality — Effects of pollutants on earthworms — Part 2: Determination of effects on reproduction of *Eisenia fetida*/*Eisenia andrei*

ISO 11269-2 土壤质量 测定污染物对土壤植物群的影响 — 第2部分：污染土壤对高等植物出苗和早期生长的影响 Soil quality — Determination of the effects of pollutants on soil flora — Part 2: Effects of contaminated soil on the emergence and early growth of higher plants

ISO 14851 水介质中材料最终需氧生物降解性的测定 采用密闭呼吸计测量需氧量的方法 Determination of the ultimate aerobic biodegradability of plastic materials in an aqueous medium — Method by measuring the oxygen demand in a closed respirometer

ISO 14852 水介质中材料最终需氧生物降解性的测定 采用测定释放的二氧化碳的方法
Determination of the ultimate aerobic biodegradability of plastic materials in an aqueous medium — Method by analysis of evolved carbon dioxide

ISO 14855-1 受控堆肥条件下材料最终需氧生物降解能力的测定 采用测定释放的二氧化碳的方法 第1部分：通用方法
Determination of the ultimate aerobic biodegradability of plastic materials under controlled composting conditions — Method by analysis of evolved carbon dioxide — Part 1: General method

ISO 14855-2 受控堆肥条件下材料最终需氧生物分解和崩解能力的测定 采用测定释放的二氧化碳的方法 第2部分：实验室规模用重量测定二氧化碳释放量
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

ISO 15685 土壤质量 潜在硝化作用和硝化抑制作用的测定 通过铵氧化的快速试验方法
Soil quality — Determination of potential nitrification and inhibition of nitrification — Rapid test by ammonium oxidation

ISO 16929 塑料 在中试规模堆肥条件下塑料材料崩解程度的测定
Plastics — Determination of the degree of disintegration of plastic materials under defined composting conditions in a pilot-scale test

ISO 17556 塑料 在土壤中通过呼吸计测量需氧量或生成的二氧化碳量测定材料的最终需氧生物降解性能
Plastics — Determination of the ultimate aerobic biodegradability of plastic materials in soil by measuring the oxygen demand in a respirometer or the amount of carbon dioxide evolved

EN 14582 废弃物的表征 卤素和硫含量 密闭系统中的氧气燃烧及其测定方法
Characterization of waste — Halogen and sulfur content — Oxygen combustion in closed systems and determination methods

OECD 208 陆生植物试验：种子萌发和幼苗生长试验，OECD化学品试验指南，第2部分，OECD出版，巴黎。

3 术语和定义

GB/T 2035-2021界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

堆肥 compost

堆肥是混合物生物分解得到的有机土壤调节剂。该混合物主要由植物残余组成，有时也含有一些有机材料和一定的无机物。

3.2

可堆肥塑料 compostable plastic

塑料在堆肥化的生物分解过程中，以与其它已知可堆肥材料相当的速率转化成二氧化碳（CO₂）、水（H₂O）及其所含的无机物和生物物质，且不应有可见的、可区分的残渣以及有毒残留物。

注1：“有害”与“有毒”同义。

3.3

堆肥化 composting

以可生物降解废弃物为原料，产生堆肥的一种需氧处理方法。

注1：堆肥分为工业堆肥、家庭堆肥和蚯蚓堆肥。

3.4

崩解 disintegration

材料物理破碎成为极其细小碎片。

3.5

填料 filler

在塑料中添加相对用于改善其强度，耐久性，使用性或其他性能，或用于降低成本。的惰性固体材料

3.6

有机回收 organic recycling

在受控条件下，利用微生物对塑料废料进行好氧（堆肥）或厌氧（消化）处理，以在有氧环境中产生稳定的有机残留物（堆肥）、二氧化碳和水，或在缺氧环境中产生稳定的有机残留物（堆肥）、甲烷和二氧化碳。

注1：术语“生物回收”被用作同义词。

[来源：ISO 15270:2008, 3.5, 经修改 — “生物降解”已被省略，且“（堆肥）”已被添加。]

3.7

总干固体 total dry solids

将已知体积的材料或堆肥在105℃温度下干燥至恒重所得到的固体量。

3.8

最终需氧生物分解 ultimate aerobic biodegradation

在需氧条件下，有机化合物被微生物分解为二氧化碳（CO₂）、水（H₂O）及其所含元素的矿化无机盐以及新的生物质。

3.9

挥发性固体 volatile solids

将材料或堆肥的总干固体量（3.7）减去大约550℃温度下焚烧后得到的残留固体量所得的差。

注1：挥发性固体含量是有机物质存在数量的表征。

3.10

厌氧消化 anaerobic digestion

在无游离氧的受控条件下，并在适合自然存在的嗜中或嗜热厌氧菌和兼性细菌的温度下，对可生物降解材料进行受控分解，将输入物转化为富含甲烷的沼气和消化残渣的过程。

注1：在第二阶段，消化残渣通常通过堆肥（需氧）过程进行稳定化。

3.11

全氟和多氟化合物 per-and poly-fluorinated compound (PFC)

仅含有碳-氟键和碳-碳键，但也含有其他杂原子的有机氟化合物。

3.12

运行良好的工业堆肥过程 well-managed industrial composting process

在受控条件下进行的堆肥过程，其中温度、含水量、有氧条件、碳/氮比和其他条件得到优化。

3.13

工业堆肥 industrial composting

在工业规模上进行的受控条件下的堆肥过程，旨在为市场生产堆肥。

注1：在某些地区，工业堆肥被称为专业堆肥。

3.14

有机成分 organic constituent

含有碳原子通过共价键连接到其他碳原子和其他元素（最常见的为氢、氧或氮）的化学成分。

注1：无机碳酸盐、碳化物、氰化物和简单氧化物（如一氧化碳和二氧化碳）不被视为有机成分。

注2：碳的同素异形体，如金刚石、石墨、炭黑、富勒烯和碳纳米管，也不被视为有机成分。

3.15

家庭堆肥 home composting

由个人为满足自身用途而进行的堆肥操作。

4 总则

4.1 本标准的目的是制定塑料材料和塑料制品的要求，这些产品在运行良好的工业堆肥设施及典型持续的堆肥环境（如：长期嗜热相、有氧条件、充足含水量、适宜的碳/氮比等）中通过有机回收来回收。

4.2 确定以下特性：

- a) 试验材料的最终需氧生物分解率
- b) 试验的崩解度
- c) 试验结束后堆肥的任何不良影响

d) 试验材料中规定金属和其他元素及全氟和多氟化合物(PFCs, 以氟含量表示)的最大浓度。

此外, 还评估试验材料中是否使用了附录B中规定的其他危险物质。

5 基本要求

5.1 概述

为了符合本文件的要求, 塑料制品和材料应当满足5.2到5.5中各项参数和第6章要求。

5.2 堆肥过程中的崩解性能

塑料制品或材料在堆肥化中应可崩解, 具体要求按照6.2量化规定。

5.3 最终需氧生物分解性能

通过在6.3中量化的受控条件下的试验来测定最终需氧生物分解性能。

5.4 堆肥对陆生生物不产生负面影响

塑料制品或材料的堆肥过程不得对陆生生物产生负面影响, 具体要求按照6.4量化规定。
应通过比较添加和未添加塑料制品或材料的堆肥, 确定其对陆生生物的生态毒性影响。

5.5 成分控制

在试验前, 应对待测塑料制品或材料进行识别和表征, 包括:

确定规定金属和其他元素的含量;

确定全氟和多氟化合物(PFCs)的存在(以氟含量确定);

评估附录B中规定的其他危险物质的存在;

确定挥发性固体含量;

具体要求按照6.5量化规定, 并考虑法律合规性。

6 具体要求

6.1 总则

6.1.1 为了确定产品的可堆肥性能, 使用合适的实验室试验来代替工业堆肥设备环境, 产品和材料应当满足6.2, 6.3和6.4中相应条款。

6.1.2 试验样品在试验之前不应受到影响6.2或6.3试验结果的处理行为。

6.1.3 若试验产品或材料包含填料, 则按照6.2, 6.3, 6.4, 6.5.2和6.5.3的规定进行试验的产品或材料中应包含无机填料。并按6.3中无机物含量的计算方法去除无机碳含量。对后加填料, 或填料含量变化的产品或材料, 应当重新测试以证明新材料满足6.2, 6.3, 6.4, 6.5.2和6.5.3的要求。制造商可以通过测试最高和最低比例填料的产品或材料, 建立一个可接受的范围。此外, 根据附录B中定义的潜在危险特性, 应按照6.5.4对填料进行识别和评估。典型的无机填料包含(不局限于)碳酸钙和二氧化钛。

对于含有碳酸钙或其他碳酸盐作为填料的材料, 应进行例外处理。在生物降解试验中, 这些材料应在不含碳酸盐填料的情况下进行试验, 以避免影响精确测量。然而, 在化学分析、崩解和毒性试验中, 应试验包含碳酸盐填料的材料。

6.2 堆肥崩解性能

6.2.1 总则

在试验最终制品和产品时，应以其预期使用的形式进行测试。对于由多种不同厚度或密度制成的产品和材料（如薄膜、容器和泡沫），只需试验最厚或最致密的产品和材料，前提是相应制品和产品的化学组成和结构保持一致。

注1 出于实际原因，通常对塑料材料的样品进行测试，以确定允许崩解的最大厚度。最终制品和产品的厚度应低于试验中确定的最大厚度。

在受控堆肥试验中，塑料产品若能在84天内完全崩解为小于2毫米的碎片，则被视为达到令人满意的崩解效果。如果使用孔径2.0mm的筛子将堆肥筛选，有机物干重剩余不超过10%，则可以证明这一点。

注2 90%的阈值来源于完全崩解（100%）减去10%的公差。10%的公差是为了考虑生物过程中出现的变化。

试验应按照ISO 16929进行。

作为替代方法，可采用ISO 20200规定的实验室规模试验。两种试验中，初始试验物的浓度均应为1%（湿质量），具体程序依照ISO 16929的规定。

如果结果存在差异，应以ISO 16929的结果为准。

应特别关注堆肥的视觉效果。堆肥的美观性不应因引入塑料产品或材料后堆肥残留物的增加而显著降低。因此，任何残留物应在500毫米的距离内与堆肥中的其他物质在肉眼上无明显区别。应通过拍摄照片记录堆肥的外观评估过程。

6.3 最终生物分解性能

6.3.1 需氧生物分解性能

6.3.1.1 实验室试验方法

应仅使用能够明确提供材料或其主要有有机成分的固有和最终生物分解能力信息的试验方法。优先采用符合 ISO 14855-1 和 ISO 14855-2 标准的受控需氧堆肥条件下的试验，除非试验材料的类型和性质（如打印油墨、添加剂或着色剂）不适合此方法。作为替代方案，可以采用 ISO 14851、ISO 14852 或 ISO 17556（6个月试验周期后）的生物分解试验方法。无机碳的含量应排除在生物分解计算之外。

应针对整个材料或每种有机成分确定其最终需氧生物分解能力。

6.3.1.2 材料组分的生物分解能力

对于材料中质量干重占比在1%至15%的有机成分，其生物分解能力应按照6.3.1.1的要求单独试验。

或者，可以通过使用包含相同塑料材料的人工共混物来确定有机成分的生物分解能力。人工共混物应至少包含15%（以干质量计）的目标有机成分。塑料材料的化学组成和结构应保持不变，但目标有机组分的含量应增加到至少15%（以干质量计）。人工共混物的制备应采用与原始塑料材料（目标组分含量低于15%）相同的加工工艺（如挤出成型）。

如果人工共混物符合6.3.1.3和6.3.1.4规定的标准，则在本标准范围内，该组分可被视为可以生物分解。此时，该组分可以以相同浓度（15%）或更低浓度（<15%，以干质量计）用于含有与试验材料相同的共基质的材料中。

注 1：试验人工共混物的目的是验证在同一材料中，与可生物分解共基质共同存在时，某组分在生物分解方面是否存在协同效应。

注 2：将人工共混物中组分的浓度设定为最低15%，是为了避免出现假阳性结果，因为理论上，即使含有10%不可生物分解组分材料，仍可能达到6.3.1.3和6.3.1.4中规定的生物分解通过标准。

根据OECD试验指南（OECD 301，方法A至F【3】；OECD 310【19】）进行的快速生物分解性试验中被证明为快速可生物分解的组分，在本标准范围内被视为可生物分解。

对于以干质量计浓度低于1%的组分，无需单独验证其生物分解性。但此类组分的总含量不得超过5%（以干质量计）。一般情况下，不应有意添加不可生物分解的塑料材料。

6.3.1.3 判定标准与合格水平

对于所有聚合物，试验期结束后（180天，见6.3.1.4），≥90%的有机碳（相对于参考材料）应转化为二氧化碳。参考材料和试验样品应在同一时期堆肥，并在两者活性达到平稳阶段后，在相同时间点对结果进行比较。参考材料应为微晶纤维素。

作为另一种标准，试验期结束时，90%（绝对值）的有机碳应被转化为二氧化碳。

注：通过测量矿化程度评估生物分解性能，即将塑料产品或材料中的有机碳转化为二氧化碳（需氧条件下消耗氧气）或转化为二氧化碳和甲烷（厌氧条件下）的过程。在生物降解过程中，部分有机碳也会被同化为生物质。生物质的产率通常在10%至40%之间，具体取决于底物。因此，即使生物分解达到100%，由于生物质的生成，矿化程度也很难达到100%。截至本标准发布时，尚无可用于精确测定生物分解过程中塑料产品或材料被同化为生物质的碳含量的标准试验方法。

6.3.1.4 试验周期

如果生物分解水平超过90%（相对于参考材料或绝对值；见6.3.1.3），则生物分解试验（见6.3.1.1）可以终止。但试验周期不应超过180天。。

6.3.2 沼气生产潜力

堆肥不仅是需氧堆肥过程的最终产品，也是厌氧消化过程需氧稳定化后的产物。厌氧生物分解水平可以通过在受控条件下使用ISO 14853或ISO 15985进行测试，以估算第一阶段厌氧消化过程中回收的沼气体积。

对于厌氧生物分解百分比，未设置通过/不通过的要求，因为大多数商业生物气化厂都提供了后续的第二阶段需氧有机回收过程。为符合本标准的要求，材料或塑料产品应符合第6章中规定的可堆肥性标准。

6.4 堆肥对陆生生物的安全性

6.4.1 概述

为了确定塑料产品或材料堆肥化后，堆肥对环境无负面影响，应达到6.4.3、6.4.4（或6.4.5）和6.4.6中规定的所有要求。

6.4.2 生态毒性试验方案

生态毒性试验通过对添加和未添加塑料产品或材料的堆肥样品进行测试，以确定和评估可能对陆生生物的有害影响。

试验方案包括：

涉及的所有相关陆生生物类群，如植物、蚯蚓（无脊椎动物）和微生物；

与维护土壤功能相关的重要生态过程，如有机物分解、土壤结构形成和物质循环；

分解产物的相关暴露途径，如孔隙水和土壤材料。

生态毒性试验方案如表1所示。

表1 评估堆肥对陆生生物影响的生态毒性试验方案

生物类群	生态过程	土壤暴露途径	试验方法
高等植物	初级生产	主要通过土壤孔隙水（根部吸收）	根据 OECD 208 或 ISO 11269-2 并参考附录 C 的修改进行植物生长试验
无脊椎动物（如蚯蚓）	有机物分解、土壤结构形成	土壤孔隙水；土壤物质摄入；土壤空气	根据 ISO 11268-1 并参考附录 D 的修改进行急性毒性试验，或根据 ISO 11268-2 并参考附录 E 的修改进行慢性毒性试验
微生物（可选）	养分循环	主要通过土壤孔隙水	根据 ISO 15685 并参考附录 F 的修改进行硝化抑制试验
高等植物	初级生产	主要通过土壤孔隙水（根部吸收）	根据 OECD 208 或 ISO 11269-2 并参考附录 C 的修改进行植物生长试验

6.4.3 植物生长试验（强制性）

在试验材料暴露下，样品堆肥中的试验植物种子发芽率和植物生物量应达到未暴露试验材料的对应空白堆肥样品的90%以上。试验依据OECD 208或ISO 11269-2，并参考附录C的修改。

已经根据EN 13432、EN 14995、ISO 18606、ASTM D6400、ASTM D6868、AS 4736、AS 5810、EN 17033或等效标准进行植物毒性评估并满足本文件中植物毒性要求的塑料产品或材料，无需重新测试。

6.4.4 蚯蚓急性毒性试验（强制性）

在暴露于试验材料的堆肥样品中，存活的成年蚯蚓的存活率和生物量应达到未暴露于试验材料的对应空白堆肥样品的90%以上。该试验应根据ISO 11268-1进行急性蚯蚓试验，并进行附件D中规定的修改。

已根据AS 4736、AS 5810、EN 17033或同等标准规范对蚯蚓急性毒性进行评估，并符合本标准规定的蚯蚓毒性合格标准的塑料产品或材料不需要重新测试。

6.4.5 蚯蚓慢性毒性试验（强制性）

作为急性毒性试验（见6.4.4）的替代方法，可以根据ISO 11268-2并结合附录E的修改要求，试验材料对蚯蚓繁殖的长期影响。

在28天的孵化期后，暴露于试验材料的堆肥样品中存活的成年蚯蚓的存活率和生物量应达到未暴露于试验材料的对应空白堆肥样品的90%以上。

在56天的孵化期后，暴露于试验材料的堆肥样品中观察到的后代数量应达到未暴露于试验材料的对应空白堆肥样品的90%以上。

已根据EN 17033或同等标准规范对蚯蚓慢性毒性进行评估，并满足本标准中长期毒性合格水平的测试物，无需重新测试。

6.4.6 土壤微生物硝化抑制试验（可选）

在暴露于试验材料的堆肥样品中，亚硝酸盐的形成量应达到未添加试验材料的对应空白堆肥样品的80%以上。该试验应按照ISO 15685进行，并根据附录F的修改要求执行。

已根据EN 17033或同等标准规范对土壤微生物毒性进行评估，并满足标准规范中规定的合格水平的塑料产品或材料，无需重新测试。

注：此试验为可选项，但可能因国家法规或要求而需要执行。

6.5 成分控制

6.5.1 概述

为确保塑料产品或材料的堆肥不会对最终堆肥或环境造成任何有害影响，应满足6.5.2至6.5.4中规定的所有要求。

6.5.2 受控金属和其他元素

塑料产品或材料中受控金属和其他元素的浓度应小于产品销售国家或处理国家对污泥、化肥和堆肥规定值的50%（见附录A）

6.5.3 全氟和多氟化合物（PFCs）

从预防性角度出发，不应有意向塑料产品或材料中添加全氟和多氟化合物（PFCs）。

注：大多数全氟和多氟化合物（PFCs）在环境中具有极强的持久性。此外，某些PFCs被怀疑具有生物累积性，并可能对环境 and 人类健康产生不利影响。

塑料产品或材料中全氟和多氟化合物（PFCs）的浓度应以氟含量测定。

6.5.4 其他有害物质

从预防性角度出发，附录B中规定的有害物质不得故意向塑料产品或材料中添加。

应根据材料投放市场所在地区的适用国际和/或地方法规进行识别和评估。有关有害物质使用的信息应予以记录，并可基于自我声明提供。

6.5.5 挥发性固体

塑料产品或材料至少含有50%的挥发性固体。

7 结果声明

7.1 符合第6章中指定要求的塑料产品或材料，可以被视为“可通过有机回收处理”、“可有机回收”、“在工业堆肥中可堆肥”或“适用于有机回收”。

7.2 不得在供应商与消费者的沟通中使用“可生物降解”一词来描述符合本规范的塑料的性能。

7.3 本文件不适用于家庭小型设备中的生物处理。因此，不得用于声明如“适用于家庭小型设备中的堆肥”、“适合家庭堆肥”等类似未限定的声明。

此外，若存在消费者可能误解塑料产品用途的风险，建议提供以下警示语：“不适用于家庭小型设备中的堆肥”或“不适用于家庭堆肥”。

8 试验报告

试验结果应当提供所有相关信息，包括：

- a) 所有证明和描述产品或材料试验的必要信息

- b) 所有与6.5.2中受控金属和其他元素、6.5.3中关于全氟和多氟化合物(PFCs)含量以及 6.5.4中关于附录B定义的其他有害物质相关的标准、准则和规定等出处。
应提供一个表格,列出受控金属,对每种出处的说明和每种金属限制值描述,试验测得的浓度和规定范围百分率。此外,还应以氟含量形式测定并报告全氟和多氟化合物(PFCs)的浓度。对附录B中规定的其他有害物质的使用信息应进行评估和记录,可基于自我声明,并考虑材料投放市场所在地的国际和/或地方法规。
- c) 描述关于试验结果是否符合其他相关要求的参考文件和声明。

附录 A 受控金属和其他元素的最大含量

(资料性附录)

表A.1——受控金属和其他元素的最大含量

数值以mg/kg干重为单位

元素 ^f	Us ^a	Canada ^b	EU + EFTA 国家 ^c	日本 ^d	中国 ^e	试验方法
Zn	1400	463	150	180	150	ISO 17294-2
Cu	750	189	50	60	50	ISO 17294-2
Ni	210	45	25	30	25	ISO 17294-2
Cd	17	5	0.5	0.5	0.5	ISO 17294-2
Pd	150	125	50	10	50	ISO 17294-2
Hg	8.5	1	0.5	0.2	0.5	ISO 12846
Cr	—	265	50	50	50	ISO 17294-2
Mo	—	5	—	—	1	ISO 17294-2
Se	50	4	—	—	0.75	ISO 17294-2
As	20.5	19	—	5	5	ISO 17294-2
Co	—	38	—	—	38	ISO 17294-2

a 此处给出的美国最大金属浓度值为40 CFR 503.13, 表3 (ASTM D 6400中要求) 的50%。

b 加拿大的最大金属浓度为BNQ 9011-911-I/2007中的规定值。

c 最大金属浓度应为《授予土壤改良剂欧盟生态标签的生态标准》(欧盟委员会决议(EU) 2015/2099, 2015年11月18日发布, 确立了适用于栽培基质、土壤改良剂和覆盖物的欧盟生态标签生态标准, 文件编号C(2015) 7891) 中规定浓度的50%。

d 日本的最大金属浓度为化肥控制法(农林渔业部)和堆肥控制规范(农业)

e GB/T 35795-2017 农用生物降解地膜。中华人民共和国国家标准。

f 表中未列出的国家应使用可用的最大浓度之一。

附 录 B 全氟和多氟化合物的检测及其他危险物质的最大含量

（规范性附录）

B.1 全氟和多氟化合物

从预防性角度出发，不得有意向塑料材料中添加全氟和多氟化合物（PFCs，以氟含量表示）。氟含量的分析应采用EN 14582作为试验方法。

注：滑石粉是一种惰性矿物，由水合硅酸镁组成，化学式为 $\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ 。这种矿物广泛用于多种领域，包括婴儿护理产品、化妆品以及包装和包装材料。根据无机天然产物的地理来源，滑石粉可能含有相当数量的氟。然而，氟几乎完全固定在滑石粉的基质中，仅有极少量是水溶性的，因此具有生物可利用性。滑石粉未被归类为对环境有害的物质。

B.2 其他有害物质

从预防性角度出发，塑料产品或塑料材料不应：

- （1）根据《全球化学品统一分类和标签制度》（GHS）被归类为危险物质；
- （2）以符合以下标准的危险物质为原料有意生产：
 - 根据GHS分类标准，被归类为：(a) 致癌物（类别1A或1B），(b) 诱变物（类别1A或1B），(c) 生殖毒性物质（类别1A或1B）；
 - 具有内分泌干扰特性；
 - 具有持久性、生物累积性和毒性；
 - 具有高度持久性和高度生物累积性
 - 在塑料产品或材料中的浓度超过0.1%（按重量计）

注1：可使用安全数据表（SDS）或其他可靠来源（如欧洲化学品管理局（ECHA）的网站）提供的关于物质或混合物的综合信息，用于识别符合上述标准的有害物质。

注2：在欧盟，符合上述标准的有害物质被归类为高度关注物质（SVHC）。SVHC是指列入授权高度关注物质候选清单的物质。

附录 C 高等植物生态毒性效应的测定

（规范性附录）

C.1 概述

高等植物生态毒性效应的测定依据为OECD 208或ISO 11269-2。试验方法应遵循这些标准的基本原则，并按照本附录给出的修改要求满足试验堆肥样品的特殊需要。

C.2 参考基质的性质

任何能够支持正常种子萌发和植物生长的参考基质均适用。参考基质的成分和结构应尽可能与堆肥样品相似，且不得添加肥料。

适用的参照基质是指那些由欧洲国家标准定义的用于分析堆肥质量的材料，例如：标准土壤EE0、掺有粘土颗粒的培养基混合物（参见ONORM S2023）或泥炭和硅质砂的混合物。

C.3 样品制备

用于植物毒性试验的堆肥样品应按照ISO 16929的要求进行制备，使用10%（湿质量）的样品输入浓度。生态毒性试验应在ISO 16929中描述的成熟堆肥上进行。

将参考基质与堆肥按质量分数或体积分数50%混合（在报告中记录）。堆肥样品包括由试验材料分解后获得的堆肥（样品堆肥）和未添加试验材料的平行过程产生的空白堆肥。

如果由于试验材料在堆肥中的快速生物分解可能出现瞬时毒性效应，则除了与试验物质配制混合物外，还可与参考物质（微晶纤维素）配制混合物，以评估潜在的瞬时毒性效应和堆肥的成熟度。

C.4 植物种类的选择

应至少选择以下两个科中的各一种植物：

单子叶植物（例如：夏大麦：Hordeum vulgare，小麦：Triticum aestivum，多年生黑麦草：Lolium perenne）；

双子叶植物（例如：白芥：Sinapis alba，庭芥：Lepidium sativum，萝卜：Raphanus sativus，绿豆：Phaseolus aureus）。

C.5 试验的实施

每个托盘填装至少200克（干重）的样品（见C.3），并在顶部放置至少50颗种子（见C.4）。用一层薄薄的惰性材料（如硅砂或珍珠岩）覆盖种子。每种混合物的试验应进行四组平行实验。加水至样品达到70%至100%的持水能力。在整个试验期间，根据需要定期补充蒸发的水分。托盘应保持在适宜选定植物物种生长的条件下，即在对照托盘中至少50%的幼苗出苗后14至21天内完成试验。

可以向样品中添加养分（见C.3），以弥补在先前按照ISO 16929进行分解试验时，由于微生物生物量增加而导致堆肥样品养分耗竭的情况，并确保植物具有良好的生长活力和植物生命力。关于养营养液的建议见ISO 11269-2:2012附录D。所采取的措施应在报告中记录。

注：在种子发芽期间，将托盘放置于黑暗处或在发芽期间将其覆盖是有利的。

C.6 试验的有效性

空白堆肥样品应满足OECD 208或ISO 11269-2中规定的试验有效性标准（如适用）（见C.3）。

C.7 结果评估

比较了样品堆肥和空白堆肥的发芽数（生长植物的数量）和植物生物量。发芽率和植物生物量（干重或鲜重）均按空白堆肥获得的相应值的百分比计算。如果适用，相同的评估程序也适用于暴露于参考材料（微晶纤维素）的堆肥样品。

如果暴露于试验材料的样品或暴露于参考材料（微晶纤维素）的样品中，受试植物物种的发芽率和植物生物量均低于未暴露于任何材料的相应空白样品（见C.3）的90%，则可认为是由于堆肥中加入的大量可生物分解材料在分解过程中引起了瞬时植物毒性，进而影响了试验。此时，试验应视为无效，并应在堆肥进一步成熟后重新进行。

附录 D 蚯蚓急性生态毒性效应的测定

（规范性附录）

D.1 概述

蚯蚓急性生态毒性测定的依据为ISO 11268-1。试验方法应遵循这些标准的基本原则，并按照本附录给出的修改要求满足试验堆肥样品的特殊需要。

D.2 参考基质的选择

应使用根据附录C（见C.2）制备的参考基质。或者，可使用符合ISO 11268-1的标准土壤。

D.3 样品制备

应使用根据附录C（见C.3）制备的样品堆肥和空白堆肥，但需进行以下修改：将参考基质与堆肥按质量分数或体积分数为25%（在报告中记录）的堆肥的混合物。如果适用，这同样适用于在中试规模试验结束时获得的堆肥（见ISO 16929），该堆肥在中试试验开始时向生物废弃物中添加了10%的参考材料（微晶纤维素）。

与植物不同，蚯蚓对盐分非常敏感。堆肥过程中含盐量增加，通常空白堆肥的含盐量高于样品堆肥。因此，在50%的空白堆肥中可能会观察到较高的死亡率，而在50%的样品堆肥中则表现出显著的存活率。为了避免假阳性结果，蚯蚓试验应使用参考基质与25%的样品堆肥混合物进行测试，如适用，还应使用参考基质与25%的参考堆肥（暴露于参考材料微晶纤维素）混合物进行测试。

D.4 蚯蚓种类的选择

应使用赤子爱胜蚓（*Eisenia fetida*）或赤子爱胜蚓（*Eisenia andrei*）的成虫。

D.5 试验的实施

每个试验容器中填充500克（干重）的样品（见D.3），并在每个试验容器中随机放置10条蚯蚓（见D.4）。试验需进行四组重复实验。加水至样品达到40%至60%的持水能力，并在整个试验期间根据需要定期补充蒸发的水分。

在第7天和第14天，记录每个试验容器中死亡的蚯蚓数量，并在试验开始时（第0天）和第14天测量每条存活蚯蚓的体重。

计算每个试验容器中存活蚯蚓的生物量变化（存活蚯蚓的平均体重），并以第0天蚯蚓初始生物量的百分比表示。

D.6 试验的有效性

空白堆肥样品（见D.3）中的试验应满足ISO 11268-1中规定的有效性标准。

D.7 结果评估

比较样品堆肥和空白堆肥在第7天和第14天的蚯蚓死亡数量，并将死亡率以对应空白堆肥数值的百分比计算。如果适用，相同的评估程序也适用于暴露于参考材料（微晶纤维素）的堆肥样品。

此外，比较样品堆肥和空白堆肥中蚯蚓的平均生物量损失（平均体重），并将其计算为对应空白堆肥数值的百分比。如果适用，相同的程序也适用于暴露于参考材料（微晶纤维素）的堆肥样品。

如果暴露于试验材料的样品堆肥中，以及暴露于参考材料（微晶纤维素）的参考堆肥中存活的成年蚯蚓的存活率和生物量均低于未暴露于任何材料的对应空白堆肥（见D.3）的90%，则可认为这是由于堆肥中添加的大量可生物分解材料在分解过程中引发了瞬时植物毒性，进而对试验产生了影响。此时，试验应被视为无效，并在堆肥进一步成熟后重新进行。

附录 E 蚯蚓慢性生态毒性效应的测定

（规范性附录）

E.1 概述

蚯蚓慢性生态毒性测定的依据为ISO 11268-2。试验方法应遵循这些标准的基本原则，并按照本附录给出的修改要求满足试验堆肥样品的特殊需要。

E.2 参考基质的选择

应使用根据附录C（见C.2）制备的参考基质。或者，可使用符合ISO 11268-2的标准土壤。

E.3 样品制备

应使用根据附录C（见C.3）制备并按照附录D（见D.3）修改的样品堆肥和空白堆肥。如果适用，同样适用于在中试规模试验结束时获得的堆肥（见ISO 16929），该堆肥在中试试验开始时向生物废弃物中添加了10%的参考材料（微晶纤维素）。

E.4 蚯蚓种类的选择

应使用赤子爱胜蚓（*Eisenia fetida*）或赤子爱胜蚓（*Eisenia andrei*）的成虫。

E.5 试验的实施

按照ISO 11268-2进行测试。每个试验容器填装500克至600克（干重）的样品（见E.3），并在每个试验容器中随机放置10条蚯蚓（见E.4）。试验需进行四组平行实验。加水至样品达到40%至60%的持水能力，并在整个试验期间根据需要定期补充蒸发的水分。试验期间，每周喂养蚯蚓一次。

试验开始时，测量每个容器中存活蚯蚓的总质量。经过四周（28天）后，移除成年蚯蚓并记录每个容器中存活成年蚯蚓的总数和总质量。计算每个试验容器中蚯蚓的生物量变化（存活蚯蚓的平均体重），并以第0天蚯蚓初始生物量的百分比表示。

将试验容器再培养四周，以便后代发育。在该期间开始时，对幼体进行一次喂养。经过56天后，统计每个试验容器中由卵囊孵化出的幼体数量。

E.6 试验的有效性

空白堆肥样品（见E.3）中的试验应满足ISO 11268-1中规定的有效性标准。

E.7 结果评估

经过28天，比较暴露于试验材料的样品堆肥与空白堆肥对成年蚯蚓死亡率和生物量（存活蚯蚓的平均体重）的影响。两个参数均以对应空白堆肥数值的百分比计算。如果适用，相同的评估程序也适用于暴露于参考材料（微晶纤维素）的堆肥样品。

经过56天，通过比较样品堆肥与空白堆肥中记录的后代数量，评估样品堆肥对蚯蚓繁殖的影响。对繁殖的影响按对应空白堆肥数值的百分比计算。如果适用，相同的评估程序也适用于暴露于参考材料（微晶纤维素）的堆肥样品。

如果在28天孵育期后，暴露于试验材料的样品堆肥中存活成年蚯蚓的存活率和生物量，或在56天孵育期后统计的由卵囊孵化的后代数量，无论是样品堆肥还是暴露于参考材料（微晶纤维素）的参考堆肥，均低于未暴露于任何材料的对应空白堆肥（见E.3）数值的90%，则

可视为堆肥中添加的大量可生物分解材料在分解过程中引发了瞬时植物毒性,影响了试验结果。此时, 试验应被视为无效, 并在堆肥进一步成熟后重新进行。

附录 F 土壤微生物硝化活性测定

（资料性附录）

F.1 概述

土壤微生物硝化活性测定的依据为ISO 15685。试验方法应遵循这些标准的基本原则，并按照本附录给出的修改要求满足试验堆肥样品的特殊需要。

F.2 参考基质的选择

应使用根据附录C（见C.2）制备的参考基质。

F.3 样品制备

应使用根据附录C（见C.3）制备的样品堆肥和空白堆肥。如果适用，同样适用于在中试规模试验结束时获得的堆肥（见ISO 16929），该堆肥在中试试验开始时向生物废弃物中添加了10%的参考材料（微晶纤维素）。

F.5 试验的实施

按照ISO 15685对每个样品进行三组平行试验。在培养2小时和6小时后，通过分析每个样品（见F.3）中亚硝酸盐的形成量 $[\text{mg NO}_2/\text{g 土壤（干重）}]$ 来测量铵氧化量。

含氮塑料材料可能因在先前中试规模试验期间发生硝化作用而影响样品堆肥中的亚硝酸盐浓度。因此，如果预期样品堆肥中会发生硝化作用，则应在试验开始时同时测量样品堆肥和空白堆肥中的亚硝酸盐含量。如果样品堆肥的亚硝酸盐浓度比空白堆肥的数值高出约15%，应进行校正。

为此，2小时和6小时后样品堆肥中测得的亚硝酸盐浓度应根据试验开始时（0小时）测得的平均差值进行校正。

F.6 试验的有效性

如果空白堆肥试验（见F.3）和样品堆肥试验（见F.3）的重复实验之间的差异均小于±20%，则试验结果被视为有效。

F.7 结果评估

比较样品堆肥和空白堆肥中的亚硝酸盐形成量，并将其计算为对应空白堆肥数值的百分比。

如果暴露于试验材料和参考材料（微晶纤维素）的样品中的亚硝酸盐形成量低于未暴露于任何材料的对应空白样品中亚硝酸盐形成量的80%，则可视为由于堆肥中添加的大量可生物分解材料在分解过程中引发了瞬时毒性，并对试验产生了影响。此时，试验应被视为无效，并应在堆肥进一步成熟后重新进行。