

ICS 点击此处添加 ICS 号

CCS 点击此处添加 CCS 号

T/

团 体 标 准

T/XXX XXXX—XXXX

农业有机废弃物堆肥发酵技术规范

Technical Specification for Composting and Fermentation of Agricultural Organic Waste

草案版次选择

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

全国商报联合会 发 布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 原料要求 1

5 工艺分类与设施设备 2

6 发酵过程控制 3

7 产品质量 4

8 检验方法 4

9 安全环保 4

10 档案管理 5

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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由××××提出。

本文件由××××归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

农业有机废弃物堆肥发酵技术规范

1 范围

本文件规定了农业有机废弃物堆肥发酵技术规范的术语和定义、原料要求、工艺分类与设施设备、发酵过程控制、产品质量、检验方法、安全环保、档案管理。

本文件适用于以农作物秸秆、畜禽粪便、尾菜、菌糠、沼渣等农业有机废弃物为主要原料的堆肥发酵生产。涵盖条垛式、槽式、反应器式及分子膜覆盖静态好氧堆肥等主流工艺，发酵产物可用于农田土壤改良、园林绿化基质、商品有机肥原料等。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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。

GB 7959 粪便无害化卫生要求
GB/T 8576 复混肥料中游离水含量的测定 真空烘箱法
GB 12348 工业企业厂界环境噪声排放标准
GB 14554 恶臭污染物排放标准
GB/T 17767.1 有机-无机复混肥料的测定方法 第1部分：总氮含量
GB/T 36197 土壤质量 土壤采样技术指南
GB 50016 建筑设计防火规范(2018年版)
GB 50057 建筑物防雷设计规范
NY/T 525 有机肥料

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

农业有机废弃物 agricultural organic waste

农业生产过程中产生的丧失原有利用价值或虽未丧失价值但被抛弃的有机类物质，包括农作物秸秆、畜禽粪便、尾菜、菌糠、沼渣、农产品加工副产物等。

3.2

堆肥发酵 composting fermentation

在人工控制条件下，利用好氧微生物的代谢活动，使有机废弃物中的有机物分解、腐熟，转化为稳定腐殖质的过程。

4 原料要求

4.1 原料分类与特性

4.1.1 高碳原料：水稻秸秆、小麦秸秆、玉米秸秆等农作物秸秆，干物质碳氮比 60:1 至 100:1，含水率 10%~20%，需粉碎至长度 3 cm~5 cm。

4.1.2 高氮原料：猪粪、鸡粪、牛粪等畜禽粪便，碳氮比 10:1 至 25:1，含水率 70%~85%，需调节含水率至 60%~65%。

4.1.3 调理剂：菌糠、沼渣、稻壳粉、锯末等，用于调节碳氮比与孔隙度，含水率宜低于 15%。

4.1.4 功能菌剂：含有芽孢杆菌、放线菌、木霉菌等高温好氧菌的复合微生物制剂，有效活菌数 $\geq 5.0 \times 10^8$ CFU/g。

4.2 原料配比

4.2.1 初始碳氮比应调节至 25:1 至 30:1，可通过高碳原料与高氮原料混合实现。

4.2.2 初始含水率应调节至 55%~65%，手握成团、落地即散为适宜。

4.2.3 粒径分布：大于 5 cm 的物料占比不超过 10%，小于 0.5 cm 的细粉占比不超过 20%，以保证堆体孔隙度。

4.3 原料预处理

4.3.1 秸秆类原料应采用铡切机或粉碎机处理，长度 3 cm~5 cm，过长影响混合均匀性，过短导致堆体通气性差。

4.3.2 畜禽粪便应剔除石块、金属、塑料等杂质，必要时进行固液分离，固体部分含水率降至 70% 以下。

4.3.3 含有抗生素残留的鸡粪、猪粪，应进行高温水解或生物炭吸附预处理，四环素类残留 ≤ 5 mg/kg 后方可进入主发酵。

4.4 原料禁限用物质

4.4.1 严禁混入生活垃圾、医疗废弃物、农药包装物、重金属污泥等有毒有害物质。

4.4.2 原料中重金属含量应符合 NY/T 525 规定：总镉 ≤ 3 mg/kg，总汞 ≤ 2 mg/kg，总铅 ≤ 50 mg/kg，总铬 ≤ 150 mg/kg，总砷 ≤ 15 mg/kg。

5 工艺分类与设施设备

5.1 条垛式堆肥

5.1.1 适用规模：年处理量 500 t~5 000 t，场地面积充足、气候温和地区。

5.1.2 堆体规格：底部宽 2.0 m~3.0 m，高 1.2 m~1.8 m，长度不限，断面呈梯形。

5.1.3 翻抛设备：采用履带式或轮式翻抛机，翻抛深度 0.6 m~1.0 m，行走速度 3 m/min~5 m/min，兼具破碎、混合、供氧功能。

5.1.4 曝气系统：底部预埋穿孔管或采用移动式曝气风机，通风量 $0.05 \text{ m}^3/(\text{min} \cdot \text{m}^3) \sim 0.20 \text{ m}^3/(\text{min} \cdot \text{m}^3)$ 。

5.2 槽式堆肥

5.2.1 适用规模：年处理量 3 000 t~20 000 t，用地紧张、需连续生产场景。

5.2.2 发酵槽：混凝土或钢结构，槽宽 4 m~6 m，深 1.5 m~2.0 m，长度 20 m~60 m，底部设曝气管网与渗滤液。

5.2.3 翻抛设备：采用链板式或桨叶式翻抛机，沿轨道往复运行，翻抛深度 1.0 m~1.5 m，兼具物料位移功能，实现进料—发酵—出料连续作业。

5.2.4 曝气系统：底部预埋 HDPE 穿孔管，管径 110 mm，孔径 8 mm，孔间距 100 mm，风机供氧强度 $0.10 \text{ m}^3/(\text{min} \cdot \text{m}^3) \sim 0.25 \text{ m}^3/(\text{min} \cdot \text{m}^3)$ ，与翻抛协同运行。

5.3 反应器式堆肥

5.3.1 适用规模

年处理量 1 000 t~10 000 t，用地极紧张、环保要求高、产品附加值高场景。

5.3.2 发酵仓

卧式滚筒或立式塔仓，材质304不锈钢，容积 $50\text{ m}^3 \sim 300\text{ m}^3$ ，配备温度、氧气、湿度在线监测与自动反馈控制系统。

5.3.3 搅拌系统

滚筒内壁设螺旋抄板或独立桨叶轴，转速 $0.5\text{ r/min} \sim 3\text{ r/min}$ ，实现物料翻滚、混合、破碎。

5.3.4 通风系统

高压风机强制供氧，风量 $0.20\text{ m}^3/(\text{min} \cdot \text{m}^3) \sim 0.50\text{ m}^3/(\text{min} \cdot \text{m}^3)$ ，尾气经生物滤池或化学洗涤塔处理后排放。

6 发酵过程控制

6.1 温度控制

6.1.1 升温期（第1天至第3天）：堆体温度由环境温度迅速升至 $50\text{ }^\circ\text{C}$ 以上，翻抛或曝气频率每日1次，确保供氧充足。

6.1.2 高温期（第4天至第14天）：温度维持 $50\text{ }^\circ\text{C} \sim 65\text{ }^\circ\text{C}$ ，持续时间不少于7天，最高温度不超过 $70\text{ }^\circ\text{C}$ ，防止过度脱水与氮素损失。翻抛频率每日1次至2次，或风机连续供氧。

6.1.3 降温期（第15天至第20天）：温度由 $50\text{ }^\circ\text{C}$ 逐渐降至 $40\text{ }^\circ\text{C}$ 以下，翻抛频率降低至每2日1次，促进水分散失与腐殖质形成。

6.1.4 腐熟期（第21天至第30天）：温度稳定在 $35\text{ }^\circ\text{C} \sim 40\text{ }^\circ\text{C}$ ，与气温接近，翻抛频率每周1次至2次，进行后熟与陈化。

6.2 氧气控制

6.2.1 堆体内氧气浓度宜维持在 $10\% \sim 15\%$ ，低于 8% 时立即翻抛或加大通风量，防止厌氧产生恶臭。

6.2.2 采用便携式氧气测定仪或在线探头监测，测定深度 $30\text{ cm} \sim 50\text{ cm}$ ，代表性点位每 100 m^2 不少于3个。

6.2.3 分子膜覆盖堆肥通过膜内外气压差与微孔透氧实现被动供氧，风机间歇运行，能耗降低 60% 以上。

6.3 水分控制

6.3.1 发酵初期含水率 $55\% \sim 65\%$ ，高温期降至 $50\% \sim 55\%$ ，腐熟期降至 $40\% \sim 45\%$ 。

6.3.2 水分过高（ $>65\%$ ）时添加秸秆粉、稻壳等调理剂，或翻抛促进水分蒸发；水分过低（ $<45\%$ ）时喷洒沼液、渗滤液或清水。

6.3.3 采用快速水分测定仪或烘干法（ $105\text{ }^\circ\text{C}$ ， 8 h ）监测，每批次至少测定3次。

6.4 pH值控制

6.4.1 发酵初期pH值 $6.5 \sim 7.5$ ，高温期可能降至 $5.5 \sim 6.0$ ，后期回升至 $7.0 \sim 8.0$ 。

6.4.2 pH值低于 6.0 时添加石灰石粉或草木灰调节，添加量 $1\% \sim 3\%$ ；pH值高于 8.5 时添加石膏或腐熟堆肥回流调节。

6.5 臭气控制

6.5.1 工艺控制：通过优化碳氮比、含水率、曝气强度，减少硫化氢、氨气、挥发性脂肪酸等臭气前体物产生。

6.5.2 末端治理：开放式堆肥场周边设绿化隔离带，宽度不小于 10 m ；反应器式堆肥尾气经生物滤池（填料为树皮、堆肥、火山岩，停留时间 $\geq 15\text{ s}$ ）或化学洗涤塔（稀硫酸或次氯酸钠喷淋）处理后，氨气、硫化氢排放符合GB 14554规定。

7 产品质量

7.1 感官指标

腐熟堆肥呈黑褐色或深褐色，质地疏松，无恶臭，具泥土气味，无明显秸秆、粪块等原始物料形态，无塑料、玻璃、金属等杂质。

7.2 理化指标

7.2.1 有机质含量（以烘干基计） $\geq 30\%$ ，测定方法按 NY/T 525 执行。

7.2.2 总养分（氮+五氧化二磷+氧化钾，以烘干基计） $\geq 4.0\%$ ，其中总氮 $\geq 1.5\%$ ，测定方法按 GB/T 17767.1 等执行。

7.2.3 水分（鲜样） $\leq 30\%$ ，测定方法按 GB/T 8576 执行。

7.2.4 酸碱度 pH 5.5~8.5，测定方法按 NY/T 525 执行。

7.2.5 种子发芽指数 GI $\geq 70\%$ ，测定方法按 NY/T 525 执行。

7.2.6 机械杂质（石块、塑料、玻璃、金属等） $\leq 3\%$ ，测定方法按 NY/T 525 执行。

7.3 安全指标

7.3.1 粪大肠菌群数 ≤ 100 MPN/g，蛔虫卵死亡率 $\geq 95\%$ ，测定方法按 GB 7959 执行。

7.3.2 重金属含量符合 NY/T 525 规定，总砷 ≤ 15 mg/kg，总汞 ≤ 2 mg/kg，总铅 ≤ 50 mg/kg，总镉 ≤ 3 mg/kg，总铬 ≤ 150 mg/kg。

8 检验方法

8.1 采样

按 GB/T 36197 规定执行，每批次产品（ ≤ 500 t）采集不少于 10 个样点，采样深度 20 cm~50 cm，混合后四分法缩分至 2 kg，装入密封袋，贴标签注明批次、日期、地点。

8.2 制样

样品经风干或 60℃ 烘干，研磨过 1 mm 筛，装入磨口瓶，室温保存，有效期 6 个月。

8.3 检测项目与方法

有机质按 NY/T 525 重铬酸钾氧化法测定；总氮按 GB/T 17767.1 凯氏定氮法测定；有效磷按 NY/T 525 钼锑抗分光光度法测定；速效钾按 NY/T 525 火焰光度法或原子吸收法测定；水分按 GB/T 8576 真空烘箱法测定；pH 按 NY/T 525 电位法测定；种子发芽指数按 NY/T 525 黄瓜或白菜种子培养法测定；粪大肠菌群与蛔虫卵按 GB 7959 规定测定；重金属按 NY/T 525 原子吸收或 ICP-MS 法测定。

9 安全环保

9.1 安全生产

9.1.1 堆肥场应配备消防器材，消防间距、防火等级符合 GB 50016 规定；电气设备防爆等级满足粉尘环境要求；雷雨季节按 GB 50057 设置防雷接地，接地电阻 $\leq 10\ \Omega$ 。

9.1.2 翻抛机、粉碎机、风机等设备传动部位设防护罩，危险区域设警示标识；操作人员佩戴防尘口罩、耳塞、安全帽，定期职业健康体检。

9.1.3 有限空间作业（发酵仓、渗滤液池）执行先通风、再检测、后作业，配备气体检测仪与正压式呼吸器。

9.2 环境保护

- 9.2.1 堆肥场地面硬化防渗，渗透系数 $\leq 1.0 \times 10^{-7}$ cm/s，周边设雨水截流沟，初期雨水收集处理。
- 9.2.2 渗滤液经收集池厌氧—好氧处理后，COD ≤ 150 mg/L，氨氮 ≤ 25 mg/L，用于堆体调质或农田灌溉。
- 9.2.3 厂界噪声符合 GB 12348 2 类标准，昼间 ≤ 60 dB(A)，夜间 ≤ 50 dB(A)；风机、翻抛机设减震基础，高噪声设备布置远离敏感点。
- 9.2.4 温室气体减排：通过分子膜覆盖、智能曝气、臭气能源化利用等措施，吨堆肥甲烷排放 ≤ 0.5 kg，氧化亚氮排放 ≤ 0.1 kg。

10 档案管理

10.1 原料档案

记录每批次原料来源、种类、数量、进场日期、含水率、碳氮比、重金属检测结果，保存期不少于5年。

10.2 生产档案

记录发酵起始日期、堆体编号、温度曲线、翻抛次数、通风量、水分调节、pH调节、臭气监测数据，保存期不少于5年。

10.3 产品档案

记录产品批次、数量、质量检测报告、销售去向、使用反馈，实现全程可追溯，保存期不少于5年。

10.4 信息化管理

鼓励建立电子台账与物联网平台，温度、氧气、水分等数据自动采集上传，生成电子报告，支持手机APP远程监控。
