

中华人民共和国农业行业标准

NY/T 3442—2019

畜禽粪便堆肥技术规范

Technical specification for animal manure composting

2019-01-17 发布

2019-09-01 实施



中华人民共和国农业农村部 发布

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由农业农村部畜牧兽医局提出。

本标准由全国畜牧业标准化技术委员会(SAC/TC 274)归口。

本标准起草单位:中国农业大学、全国畜牧总站、中国农业科学院农业资源与农业区划研究所、农业农村部规划设计研究院、南京农业大学、北京沃土天地生物科技股份有限公司、山东省兽药质量检验所、北京市农林科学院。

本标准主要起草人:李季、杨军香、李国学、赵小丽、王黎文、徐鹏翔、彭生平、李兆君、沈玉君、徐阳春、张隲利、段崇东、李永彬、李有志、李吉进、周海宾。

畜禽粪便堆肥技术规范

1 范围

本标准规定了畜禽粪便堆肥的场地要求、堆肥工艺、设施设备、堆肥质量评价和检测方法。
本标准适用于规模化养殖场和集中处理中心的畜禽粪便及养殖垫料堆肥。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅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。

GB/T 8576 复混肥料中游离水含量的测定 真空烘箱法
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 18596 畜禽养殖业污染物排放标准
GB/T 19524.1 肥料中粪大肠菌群的测定
GB/T 19524.2 肥料中蛔虫卵死亡率的测定
GB/T 23349 肥料中砷、镉、铅、铬、汞生态指标
GB/T 25169—2010 畜禽粪便监测技术规范
GB/T 36195 畜禽粪便无害化处理技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

堆肥 composting

在人工控制条件下(水分、碳氮比和通风等)通过微生物的发酵,使有机物被降解,并生产出一种适宜于土地利用的产物的过程。

3.2

辅料 auxiliary material

用于调节堆肥原料含水率、碳氮比、通透性等的物料。

注:常用辅料有农作物秸秆、锯末、稻壳、蘑菇渣等。

3.3

条垛式堆肥 pile composting

将混合好的物料堆成条垛进行好氧发酵的堆肥工艺。

注:条垛式堆肥包括动态条垛式堆肥、静态条垛式堆肥等。

3.4

槽式堆肥 bed composting

将混合好的物料置于槽式结构中进行好氧发酵的堆肥工艺。

注:槽式堆肥包括连续动态槽式堆肥、序批式动态槽式堆肥和静态槽式堆肥等。

3.5

反应器堆肥 reactor composting

将混合好的物料置于密闭容器中进行好氧发酵的堆肥工艺。

注:反应器堆肥包括筒仓式反应器堆肥、滚筒式反应器堆肥和箱式反应器堆肥等。

3.6

种子发芽指数 germination index

以黄瓜或萝卜种子为试验材料,堆肥浸提液的种子发芽率和种子平均根长的乘积与去离子水种子发芽率和种子平均根长的乘积的比值,用于评价堆肥腐熟度。

4 场地要求

4.1 畜禽粪便堆肥场选址及布局应符合 GB/T 36195 的规定。

4.2 原料存放区应防雨防水防火。畜禽粪便等主要原料应尽快预处理并输送至发酵区,存放时间不宜超过 1 d。

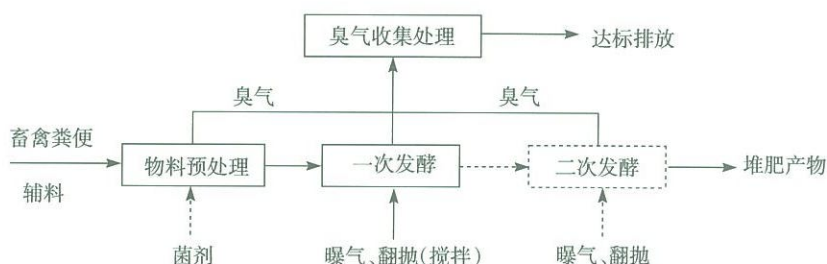
4.3 发酵场地应配备防雨和排水设施。堆肥过程中产生的渗滤液应收集储存,防止渗滤液渗漏。

4.4 堆肥成品存储区应干燥、通风、防晒、防破裂、防雨淋。

5 堆肥工艺

5.1 工艺流程

畜禽粪便堆肥工艺流程包括物料预处理、一次发酵、二次发酵和臭气处理等环节,见图 1。



注:实线表示必需步骤,虚线表示可选步骤。

图 1 畜禽粪便堆肥工艺流程

5.2 物料预处理

5.2.1 将畜禽粪便和辅料混合均匀,混合后的物料含水率宜为 45%~65%,碳氮比(C/N)为(20:1)~(40:1),粒径不大于 5 cm,pH 5.5~9.0。

5.2.2 堆肥过程中可添加有机物料腐熟剂,接种量宜为堆肥物料质量的 0.1%~0.2%。腐熟剂应获得管理部门产品登记。

5.3 一次发酵

5.3.1 通过堆体曝气或翻堆,使堆体温度达到 55℃以上,条垛式堆肥维持时间不得少于 15 d、槽式堆肥维持时间不少于 7 d、反应器堆肥维持时间不少于 5 d。堆体温度高于 65℃时,应通过翻堆、搅拌、曝气降低温度。堆体温度测定方法见附录 A。

5.3.2 堆体内部氧气浓度宜不小于 5%,曝气风量宜为 0.05 m³/min~0.2 m³/min(以每立方米物料为基准)。

5.3.3 条垛式堆肥和槽式堆肥的翻堆次数宜为每天 1 次;反应器堆肥宜采取间歇搅拌方式(如:开 30 min 停 30 min)。实际运行中可根据堆体温度和出料情况调整搅拌频率。

5.4 二次发酵

堆肥产物作为商品有机肥料或栽培基质时应进行二次发酵,堆体温度接近环境温度时终止发酵过程。

5.5 臭气控制

堆肥过程中产生的臭气应进行有效收集和处理,经处理后的恶臭气体浓度符合 GB 18596 的规定。臭气控制可采用如下方法:

- a) 工艺优化法:通过添加辅料或调理剂,调节碳氮比(C/N)、含水率和堆体孔隙度等,确保堆体处于好氧状态,减少臭气产生;
- b) 微生物处理法:通过在发酵前期和发酵过程中添加微生物除臭菌剂,控制和减少臭气产生;
- c) 收集处理法:通过在原料预处理区和发酵区设置臭气收集装置,将堆肥过程中产生的臭气进行有效收集并集中处理。

6 设施设备

6.1 堆肥设备选择原则

堆肥设备应根据堆肥工艺确定,分为预处理设备、发酵设备和后处理设备。

6.2 预处理设备

预处理设备主要包括粉碎设备和混料设备,混料方式可选择简易铲车混料或专用混料机混料。

6.3 发酵设备

6.3.1 条垛式堆肥设备

条垛式堆肥翻抛设备宜选择自走式或牵引式翻抛机,并根据条垛宽度和处理量选择翻抛机。对于简易条垛式堆肥,也可用铲车进行翻抛。

6.3.2 槽式堆肥设备

6.3.2.1 槽式堆肥成套设备包括进出料设备、发酵设备和自控设备等。

6.3.2.2 发酵设备主要包括翻堆设备和通风设备,要求如下:

- a) 物料翻堆设备应使用翻堆机,并配备移行车实现翻堆机的换槽功能;
- b) 堆体通风设备应使用风机,并根据风压和风量要求,选择单槽单台或多槽分段多台风机。

6.3.3 反应器堆肥设备

6.3.3.1 反应器堆肥设备按进出料方式分为动态反应器和静态反应器。

6.3.3.2 动态反应器主要包括筒仓式、滚筒式和箱式等类型,设备系统特性如下:

- a) 筒仓式堆肥反应器是一种立式堆肥设备,从顶部进料底部出料,应配置上料、搅拌、通风、出料、除臭和自控等系统;
- b) 滚筒式堆肥反应器是一种卧式堆肥设备,使用滚筒抄板混合和移动物料,应配置上料、通风、出料、除臭和自控等系统;
- c) 箱式堆肥反应器是一种卧式堆肥设备,使用箱体内部输送带承载、移动和混合物料,应配置上料、通风、出料、除臭和自控等系统。

6.3.3.3 静态反应器主要包括箱式和隧道式等类型。

6.4 后处理设备

后处理设备主要包括筛分机和包装机等。

7 堆肥质量评价

7.1 堆肥产物质量要求

堆肥产物应符合表 1 的要求。

表 1 堆肥产物质量要求

项 目	指 标
有机质含量(以干基计),%	≥ 30
水分含量, %	≤ 45
种子发芽指数(GI), %	≥ 70
蛔虫卵死亡率, %	≥ 95
粪大肠菌群数, 个/g	≤ 100
总砷(As)(以干基计), mg/kg	≤ 15
总汞(Hg)(以干基计), mg/kg	≤ 2
总铅(Pb)(以干基计), mg/kg	≤ 50
总镉(Cd)(以干基计), mg/kg	≤ 3
总铬(Cr)(以干基计), mg/kg	≤ 150

7.2 采样

堆肥产物样品采样方法、样品记录和标识按照 GB/T 25169—2010 中第 5 章的规定执行,其中采样过程按照 5.3.2 的规定执行。样品的保存按照 GB/T 25169—2010 中第 8 章的规定执行。

8 检测方法

8.1 水分含量的测定

按照 GB/T 8576 的规定执行。

8.2 酸碱度的测定

按照附录 B 的规定执行。

8.3 有机质含量的测定

按照附录 C 的规定执行。

8.4 总氮的测定

按照 GB/T 17767.1 的规定执行。

8.5 种子发芽指数的测定

按照附录 D 的规定执行。

8.6 粪大肠菌群数的测定

按照 GB/T 19524.1 的规定执行。

8.7 蛔虫卵死亡率的测定

按照 GB/T 19524.2 的规定执行。

8.8 砷的测定

按照 GB/T 23349 的规定执行。

8.9 汞的测定

按照 GB/T 23349 的规定执行。

8.10 铅的测定

按照 GB/T 23349 的规定执行。

8.11 镉的测定

按照 GB/T 23349 的规定执行。

8.12 铬的测定

按照 GB/T 23349 的规定执行。

附录 A
(规范性附录)
堆体温度测定方法

A.1 适用范围

适用于高温堆肥堆体内温度的测定。

A.2 仪器

选择金属套筒温度计或热敏数显测温装置。

A.3 测定

A.3.1 将堆体自顶层到底层分成 4 段,自上而下测量每一段中心的温度,取最高温度。测温点示意图见图 A.1a)和图 A.2a)。

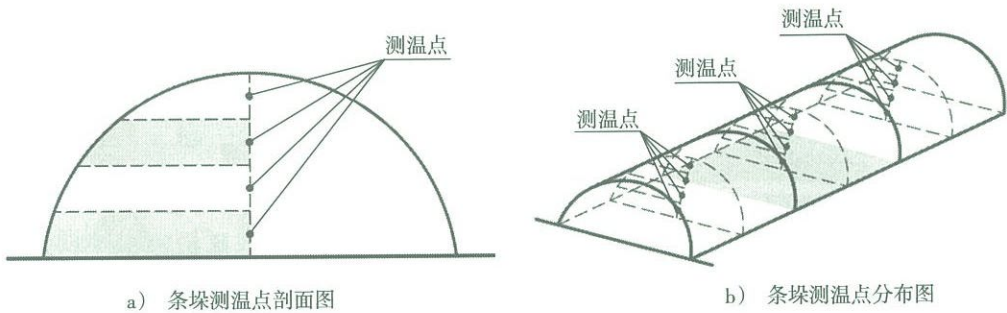


图 A.1 条垛堆肥测温示意图

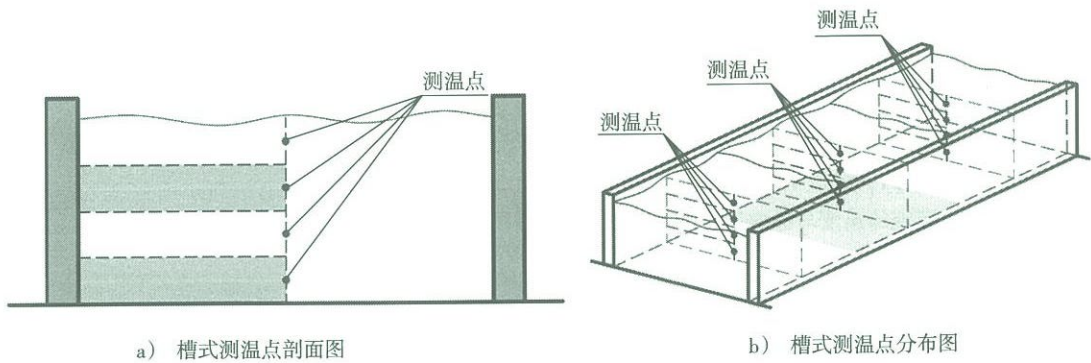


图 A.2 槽式堆肥测温示意图

A.3.2 在整个堆体上至少选择 3 个位置,按 A.3.1 测出每一部位的最高温度,分布用 T_1 、 T_2 、 T_3 等表示。测温点示意图见图 A.1b)和图 A.2b)。

A.3.3 堆体温度取 T_1 、 T_2 、 T_3 等测得温度值的平均值。

A.3.4 在堆肥周期内应每天测试温度。

附录 B

(规范性附录)

酸碱度的测定方法 pH 计法

B.1 方法原理

试样经水浸泡平衡,直接用 pH 酸度计测定。

B.2 仪器

pH 酸度计;玻璃电极或饱和甘汞电极,或 pH 复合电极;振荡机或搅拌器。

B.3 试剂和溶液

B.3.1 pH 4.01 标准缓冲液:称取经 110℃ 烘 1 h 的邻苯二钾酸氢钾($\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4$)10.21 g,用水溶解,稀释定容至 1 L。

B.3.2 pH 6.87 标准缓冲液:称取经 120℃ 烘 2 h 的磷酸二氢钾(KH_2PO_4)3.398 g 和经 120℃~130℃ 烘 2 h 的无水磷酸氢二钠(Na_2HPO_4)3.53 g,用水溶解,稀释定容至 1 L。

B.3.3 pH 9.18 标准缓冲液:称取硼砂($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$)(在盛有蔗糖和食盐饱和溶液的干燥器中平衡一周)3.81 g,用水溶解,稀释定容至 1 L。

B.4 pH 计的校正

B.4.1 依照仪器说明书,至少使用 2 种 pH 标准缓冲溶液(B.3.1、B.3.2、B.3.3)进行 pH 计的校正。

B.4.2 将盛有缓冲溶液并内置搅拌子的烧杯置于磁力搅拌器上,开启磁力搅拌器。

B.4.3 用温度计测量缓冲溶液的温度,并将 pH 计的温度补偿旋钮调节到该温度上。有自动温度补偿功能的仪器,此步骤可省略。

B.4.4 搅拌平稳后将电极插入缓冲溶液中,待读数稳定后读取 pH。

B.5 试样溶液 pH 的测定

称取过 $\Phi 1\text{ mm}$ 筛的风干样 5.0 g 于 100 mL 烧杯中,加 50 mL 水(经煮沸驱除二氧化碳),搅动 15 min,静置 30 min,用 pH 酸度计测定。

注:测量时,试样溶液的温度与标准缓冲溶液的温度之差不应超过 1℃。

B.6 允许差

取平行测定结果的算术平均值为最终分析结果,保留 1 位小数。平行分析结果的绝对差值不大于 0.2 pH 单位。

附录 C

(规范性附录)

有机质含量的测定 重铬酸钾容量法

C.1 方法原理

用定量的重铬酸钾-硫酸溶液,在加热条件下,使有机肥料中的有机碳氧化,多余的重铬酸钾用硫酸亚铁标准溶液滴定,同时以二氧化硅为添加物作空白试验。根据氧化前后氧化剂消耗量,计算有机碳含量,乘以系数 1.724,为有机质含量。

C.2 仪器、设备

水浴锅;分析天平(感量为 0.000 1 g)。

C.3 试剂和材料

除非另有说明,在分析中仅使用确认为分析纯的试剂。

C.3.1 二氧化硅:粉末状。

C.3.2 浓硫酸($\rho=1.84\text{ g/cm}^3$)。C.3.3 重铬酸钾($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$)标准溶液: $c(1/6\text{ K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7)=0.1\text{ mol/L}$ 。

称取经过 130℃ 烘 3 h~4 h 的重铬酸钾(基准试剂)4.903 1 g,先用少量水溶解,然后转移入 1 L 容量瓶中,用水稀释至刻度,摇匀备用。

C.3.4 重铬酸钾溶液: $c(1/6\text{ K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7)=0.8\text{ mol/L}$ 。

称取重铬酸钾 39.23 g,先用少量水溶解,然后转移入 1 L 容量瓶中,稀释至刻度,摇匀备用。

C.3.5 硫酸亚铁(FeSO_4)标准溶液: $c(\text{FeSO}_4)=0.2\text{ mol/L}$ 。

称取($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)55.6 g,溶于 900 mL 水中,加硫酸(C.3.2)20 mL 溶解,稀释定容至 1 L,摇匀备用(必要时过滤)。此溶液的准确浓度以 0.1 mol/L 重铬酸钾标准溶液(C.3.3)标定,现用现标定。

$c(\text{FeSO}_4)=0.2\text{ mol/L}$ 标准溶液的标定:吸取重铬酸钾标准溶液(C.3.3)20.00 mL 加入 150 mL 三角瓶中,加硫酸(C.3.2)3 mL~5 mL 和 2 滴~3 滴邻啡罗啉指示剂(C.3.6),用硫酸亚铁标准溶液(C.3.5)滴定。根据硫酸亚铁标准溶液滴定时的消耗量按式(C.1)计算其准确浓度 c 。

$$c = \frac{c_1 \times V_1}{V_2} \dots\dots\dots \text{(C.1)}$$

式中:

c_1 ——重铬酸钾标准溶液的浓度,单位为摩尔每升(mol/L);

V_1 ——吸取重铬酸钾标准溶液的体积,单位为毫升(mL);

V_2 ——滴定时消耗硫酸亚铁标准溶液的体积,单位为毫升(mL)。

C.3.6 邻啡罗啉指示剂

称取硫酸亚铁 0.695 g 和邻啡罗啉 1.485 g 溶于 100 mL 水,摇匀备用。此指示剂易变质,应密闭保存于棕色瓶中。

C.4 试验步骤

称取过 $\Phi 1\text{ mm}$ 筛的风干试样 0.2 g~0.5 g(精确至 0.000 1 g),置于 500 mL 的三角瓶中,准确加入

0.8 mol/L 重铬酸钾溶液(C. 3. 4)50.0 mL,再加入 50.0 mL 浓硫酸(C. 3. 2),加一弯颈小漏斗,置于沸水中,待水沸腾后保持 30 min。取出冷却至室温,用水冲洗小漏斗,洗液承接于三角瓶中。取下三角瓶,将反应物无损转入 250 mL 容量瓶中,冷却至室温,定容,吸取 50.0 mL 溶液于 250 mL 三角瓶内,加水约至 100 mL 左右,加 2 滴~3 滴邻啡罗啉指示剂(C. 3. 6),用 0.2 mol/L 硫酸亚铁标准溶液(C. 3. 5)滴定近终点时,溶液由绿色变成暗绿色,再逐滴加入硫酸亚铁标准溶液直至生成砖红色为止。同时,称取 0.2 g(精确至 0.001 g)二氧化硅(C. 3. 1)代替试样,按照相同分析步骤,使用同样的试剂,进行空白试验。

如果滴定试样所用硫酸亚铁标准溶液的用量不到空白试验所用硫酸亚铁标准溶液用量的 1/3 时,则应减少称样量,重新测定。

C.5 分析结果的表述

有机质含量以肥料的质量分数表示(ω),单位为百分率(%),按式(C. 2)计算。

$$\omega = \frac{c(V_0 - V) \times 0.003 \times 100 \times 1.5 \times 1.724 \times D}{m(1 - X_0)} \dots\dots\dots (C. 2)$$

式中:

- c —— 标定标准溶液的摩尔浓度,单位为摩尔每升(mol/L);
- V_0 —— 空白试验时,消耗标定标准溶液的体积,单位为毫升(mL);
- V —— 样品测定时,消耗标定标准溶液的体积,单位为毫升(mL);
- 0.003 —— 1/4 碳原子的摩尔质量,单位为克每摩尔(g/mol);
- 1.724 —— 由有机碳换算为有机质的系数;
- 1.5 —— 氧化校正系数;
- m —— 风干样质量,单位为克(g);
- X_0 —— 风干样含水量;
- D —— 分取倍数,定容体积/分取体积,250/50。

C.6 允许差

取平行分析结果的算术平均值为测定结果。平行测定结果的绝对差值应符合如下要求:

a) 平行测定结果的绝对差值应符合表 C. 1 的要求。

表 C. 1

有机质(ω), %	绝对差值, %
$\omega \leq 40$	0.6
$40 < \omega \leq 55$	0.8
$\omega \geq 55$	1.0

b) 不同实验室测定结果的绝对差值应符合表 C. 2 的要求。

表 C. 2

有机质(ω), %	绝对差值, %
$\omega \leq 40$	1.0
$40 < \omega \leq 55$	1.5
$\omega \geq 55$	2.0

附 录 D
(规范性附录)
种子发芽指数(GI)的测定方法

D.1 主要仪器和试剂

培养皿、滤纸、去离子水(或蒸馏水)、往复式水平振荡机、恒温培养箱。

D.2 试验步骤

D.2.1 称取堆肥样品 10.0 g,置于 250 mL 锥形瓶中,按固液比(质量/体积)1:10 加入 100 mL 的去离子水或蒸馏水,盖紧瓶盖后垂直固定于往复式水平振荡机上,调节频率不小于 100 次/min,振幅不小于 40 mm,在室温下振荡浸提 1 h,取下静置 0.5 h 后,取上清液于预先安装好滤纸的过滤装置上过滤,收集过滤后的浸提液,摇匀后供分析用。

D.2.2 在 9 cm 培养皿中垫上 2 张滤纸,均匀放入 10 粒大小基本一致、饱满的黄瓜(或萝卜)种子,加入堆肥浸提液 5 mL,盖上皿盖,在 25℃ 的培养箱中避光培养 48 h,统计发芽率和测量根长。每个样品做 3 个重复,以去离子水或蒸馏水作对照。

D.3 计算

种子发芽指数(GI)按式(D.1)计算。

$$GI = \frac{A_1 \times A_2}{B_1 \times B_2} \times 100 \dots\dots\dots (D.1)$$

式中:

- A₁ ——堆肥浸提液的种子发芽率,单位为百分率(%);
- A₂ ——堆肥浸提液培养种子的平均根长,单位为毫米(mm);
- B₁ ——去离子水的种子发芽率,单位为百分率(%);
- B₂ ——去离子水培养种子的平均根长,单位为毫米(mm)。