

# 小麦、玉米秸秆与不同比例牛、羊粪堆置腐熟研究

田 曦<sup>1</sup>, 王晓巍<sup>2\*</sup>, 刘明军<sup>2</sup>, 张玉鑫<sup>2</sup>

(1. 甘肃农业大学 资源与环境学院, 甘肃 兰州 730070; 2. 甘肃省农业科学院 蔬菜研究所, 甘肃 兰州 730070)

**摘要:** 采用小麦、玉米秸秆分别与牛、羊粪按不同比例进行高温堆肥, 通过测定堆体温度、pH 值、发芽指数等理化指标, 研究不同物料配比对高温堆肥的影响。结果表明, 添加玉米秸秆进行堆肥发酵的效果好于添加小麦秸秆, 其高温持续时间较小麦秸秆处理长 15~24 d, 腐熟时间短 3 d 左右。添加羊粪处理腐熟效果优于牛粪处理。综合分析可知, 以玉米秸秆和羊粪质量 1:1 配比效果最佳, 堆肥升温快, 第 3 天即达 50 ℃ 以上, 高温持续时间为 22 d, 反应结束时 pH 值为 8.35, 发酵第 30 天种子发芽指数即可达 80% 以上, 达到了快速腐熟的目的。

**关键词:** 腐熟; 基质; 秸秆; 牛羊粪

**中图分类号:** S141.4      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1004-3268(2012)12-0085-04

## Influence of Wheat Straws and Corn Stalks on Composting of Cow and Sheep Manure

TIAN Xi<sup>1</sup>, WANG Xiao-wei<sup>2\*</sup>, LIU Ming-jun<sup>2</sup>, ZHANG Yu-xin<sup>2</sup>

(1. College of Resources and Environment of Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China;

2. Vegetable Institute, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou 730070, China)

**Abstract:** An experiment was carried out to study the effects of different ratios of wheat straws (corn stalks) and cow (sheep) manure on the temperature, the pH in the composts and seed germination index. The results indicated that the effect of composts mixed with corn stalks was better than composts mixed with wheat stalks. The time of maintaining high temperature of composts mixed with corn stalk was 15—24 days longer than the composts mixed with wheat straw, and the time of maturity was shortened by about 3 d. The effect of fermentation from composts mixed with sheep manure was better than composts mixed cow manure. The treatment with the same ratios of the corn stalk and sheep manure by weight rose to above 50 ℃ on the third day, high temperature remained 22 days, the pH value was 8.35 at the end of reaction, and the seed germination index exceeded 80% on the 30th day of fermentation.

**Key words:** fermentation; substrate; wheat straw and corn stalk; cow and sheep manure

随着现代农业和畜禽养殖规模化的快速发展, 作物秸秆和牲畜粪便等有机固体废物越来越多, 如果不加以处理和利用, 不仅会污染环境, 还会传播疾病, 影响人类健康。据统计, 仅甘肃省每年的秸秆资源总量就达 1 600 多万 t, 畜禽粪便的年产生总量达 2 400 多万 t<sup>[1-2]</sup>。未经处理的粪便直接排入环境

中, 造成的环境污染现象越来越严重, 而且大量的有机质资源也未得到充分利用, 已成为影响甘肃省农业生态环境的主要原因之一<sup>[3]</sup>。通过稻草堆肥还田, 实现有机废弃物的利用无疑是解决这一问题的最好途径, 不仅有利于粪便达到无害化, 减轻或消除有害物质对植物根系的危害, 而且可以弥补土壤的

收稿日期: 2012-06-16

基金项目: 农业部行业专项资助项目(201203095)

作者简介: 田 曦(1986-), 女, 河南洛阳人, 在读硕士研究生, 研究方向: 农业生态学。E-mail: tx860226118@sina.com

\* 通讯作者: 王晓巍(1968-), 男, 甘肃宁县人, 研究员, 主要从事蔬菜栽培与节水技术研究。E-mail: wangxw1968@sina.com

有机质消耗, 培肥地力, 对发展有机肥、实现农业废弃物资源化利用、促进农业可持续发展具有重要意义<sup>[4-5]</sup>。若堆肥腐熟不完全就会对土壤环境与植物的生长造成不良影响, 因此, 在堆肥的质量控制中, 腐熟度最为重要。堆肥的腐熟度通常用物理、化学和生物学参数来指示<sup>[6]</sup>。鉴于此, 以玉米秸秆、小麦秸秆和牛粪、羊粪为试验原料, 采用高温好氧堆肥技术, 研究不同配比玉米秸秆、小麦秸秆与牛、羊粪混合后的物料对高温堆肥的影响, 从堆体温度、酸碱度、种子发芽指数进行腐熟度评价, 筛选出最佳基质配比, 以期农业废弃物资源的高效合理利用提供理论依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 堆肥原料

试验所用玉米秸秆和小麦秸秆由甘肃省兰州市榆中县和平镇农户提供, 牛粪取自甘肃省农业科学院畜牧与绿色农业研究所奶牛场, 羊粪取自甘南州卓尼县养殖场, 其中玉米秸秆和小麦秸秆均铡成 5 cm 长。

### 1.2 试验设计

试验根据碳氮比共设 6 个处理, 分别为:  $T_1$  (玉米秸秆: 牛粪: 羊粪 = 2: 1: 1),  $T_2$  (玉米秸秆: 牛粪 = 1: 1),  $T_3$  (玉米秸秆: 羊粪 = 1: 1),  $T_4$  (小麦秸秆: 牛粪: 羊粪 = 4: 3: 3),  $T_5$  (小麦秸秆: 牛粪 = 2: 3),  $T_6$  (小麦秸秆: 羊粪 = 2: 3), 各处理原料比例均为质量比, 重复 3 次。

### 1.3 试验前处理

1.3.1 堆置方法 (1) 预湿: 所有参试牛、羊粪提前 1 d 预湿, 每层铺粪厚度 15 cm, 逐层浇水, 做成高 1 m 左右的梯形堆, 含水量保持在 60% 左右; 第 2 天作草料预湿, 每层铺草料 30 cm, 边踩踏边逐层浇水, 下层水少、上层水多, 高度 1.5 m 左右。(2) 堆置发酵: 待草料与粪堆发热后 (一般需 2~3 d) 开始建堆, 堆体长 2 m, 宽 1 m, 高 1 m。先铺 30 cm 厚的草, 铺平后上粪, 厚度为刚盖住草为宜 (大约 5 cm 左右), 建堆两边要求整齐, 加水遵循下层少上层逐渐多的原则, 至建堆完成后堆底有少量水分渗出为宜。

1.3.2 通风方式 所有处理均为人工翻堆, 每 6 d 翻 1 次堆, 试验于 2011 年 4 月 28 日至 6 月 9 日进行, 共计 43 d。

### 1.4 测定指标与方法

1.4.1 温度 每天上午 9:30 测定堆肥温度, 采用 JWB/C 型热电偶温度传感器从堆体正面水平插入, 采用 5 点法测 0.5 m 层次的温度, 同时测定环境

温度。

1.4.2 pH 值 取样品 10 g 与蒸馏水以 1: 10 的比例混合, 经搅拌离心过滤得溶液, 采用 PHS-3C 型精密 pH 计测定。

1.4.3 种子发芽指数 每次翻堆时称取新鲜样品 10 g, 用蒸馏水以 1: 10 的比例混合浸提 24 h, 经滤纸过滤后取上清液 5 mL 注入垫有滤纸的培养皿中, 每个培养皿放置 30 粒大白菜种子, 同时用蒸馏水作为对照, 每个样品重复 3 次, 将培养皿放置在 25 °C 的培养箱中培养 48 h, 并用游标卡尺量取种子的根长, 根据下列公式计算种子发芽指数 (Germination index)<sup>[7-8]</sup>:

发芽指数 = 处理发芽率 × 处理根长 × 100%。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同处理堆温的变化

由图 1 可知,  $T_3$  处理在第 3 天达到 50 °C 以上, 高温持续时间为 22 d, 在第 9 天达到最高温 68 °C, 第 33 天降温至 40 °C 以下;  $T_1$ 、 $T_2$  处理在第 4~5 天时达到 50 °C 以上, 高温持续时间分别为 24 d 和 28 d,  $T_1$  处理在第 8 天达到最高温 70 °C,  $T_2$  处理达到最高温 69 °C 的时间为第 9 天, 并分别在 40 d 和 38 d 后降温至 40 °C 以下。  $T_4$ 、 $T_5$  和  $T_6$  处理均都在第 4 天达到 50 °C 以上, 其中  $T_4$  处理和  $T_5$  处理达到 50 °C 以上的天数分别为 11 d 和 20 d, 且分别在第 7 天和第 5 天达到最高温 68 °C 和 69 °C, 37 d 后降温至 40 °C 以下;  $T_6$  处理在第 5 天达到最高温, 但仅为 62 °C, 高温持续时间为 5 d, 第 31 天降温至 40 °C 以下。综合来看, 添加小麦秸秆和添加玉米秸秆处理达到 50 °C 以上的时间基本维持在 7 d 左右, 但是添加玉米秸秆处理 ( $T_1$ — $T_3$ ) 达到 50 °C 以上的天数平均比添加小麦秸秆处理多 12 d, 高温持续时间多 18 d, 而且添加玉米秸秆处理的堆体温度随外界温度变化的波动较小, 对比牛粪及羊粪对堆体温度的影响, 可以看出添加羊粪处理温度下降 (<40 °C) 的时间比添加牛粪处理的早, 且腐熟时间短。

### 2.2 不同处理 pH 值的变化

由如图 2 可知, 各处理随着腐熟时间的增加, pH 值呈升高—平稳—略有下降的变化趋势, 试验期间 pH 值均在 7.5~9.0。添加玉米秸秆处理 ( $T_1$ 、 $T_2$  和  $T_3$ ) 的 pH 值在建堆初期迅速上升, 18 d 时上升至最大, 除  $T_1$  处理外 30 d 后迅速下降, 堆肥发酵过程中 pH 值始终在 8.0~9.0; 添加小麦秸秆处理 ( $T_4$ 、 $T_5$  和  $T_6$ ) 的 pH 值在建堆 18 天时有升有降, 这可能与堆肥中微生物分解有机酸的速度有关,

之后逐步升高,30 d 时上升至最大;至堆肥结束时,所有处理的 pH 值均在 8.0~8.5,符合腐熟堆肥 pH 值在 8.0~9.0 的标准。从整个发酵过程来看,

添加玉米秸秆处理整个腐熟过程中 pH 值均高于添加小麦秸秆处理,且在堆体初期上升速度较快,达到最大值的时间比添加小麦秸秆处理早 12 d。

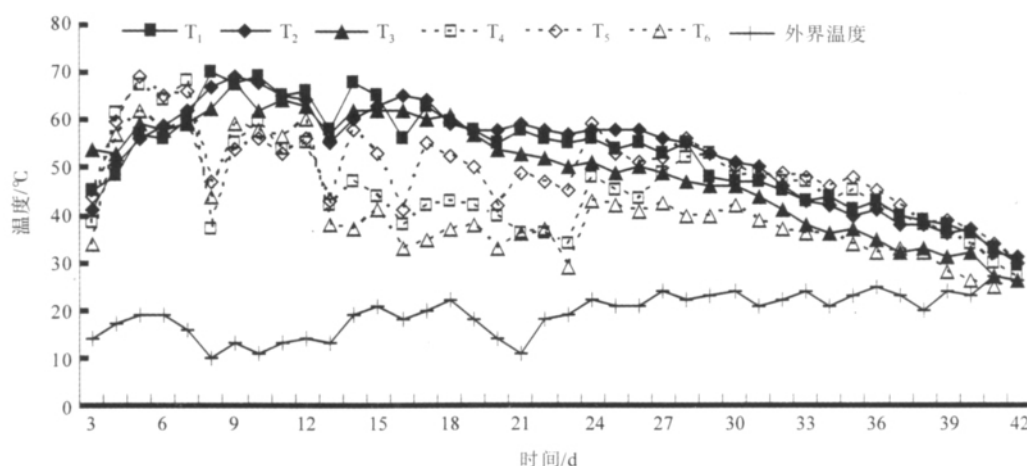


图 1 不同处理堆肥过程中堆体温度的变化

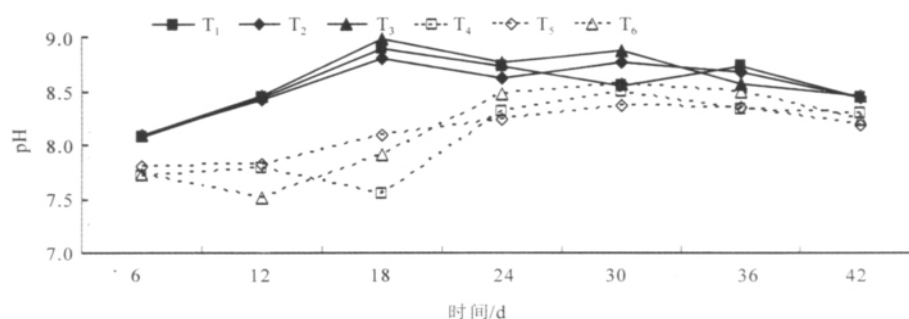


图 2 不同处理堆肥过程中堆体 pH 值变化

### 2.3 不同处理种子发芽指数的变化

由图 3 可知,随着堆肥的进行,各处理的 GI 值呈现总体上升趋势。至堆肥结束时,各处理的 GI 值均达到 50% 以上;除  $T_6$  外,其他各处理的 GI 值均达到

80% 以上。其中  $T_1$ 、 $T_2$ 、 $T_3$  和  $T_5$  的 GI 值均在堆肥的第 30 天超过 80%,分别为 83.49%、84.12%、98.57%、88.45%; $T_4$  在堆肥第 42 天时 GI 达到 80.24%。其中, $T_3$  的 GI 上升速度明显快于其他各处理。

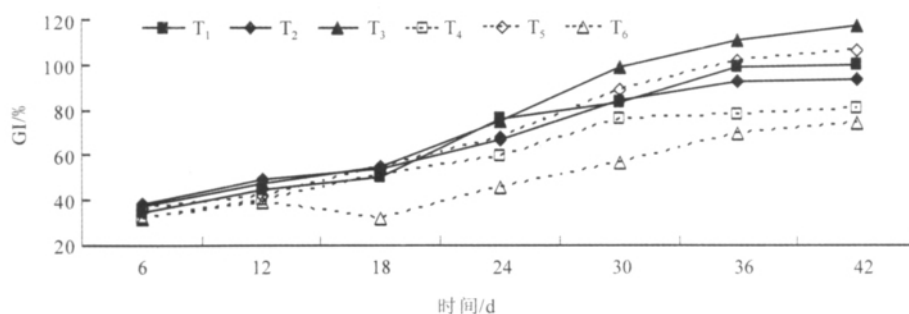


图 3 不同处理堆肥过程中 GI 的变化

## 3 结论与讨论

温度是促使堆肥腐熟的重要因素,也是衡量堆肥腐熟度的指标之一。堆体温度在 50 °C 以上保持

5~7 d(或 55 °C 条件下保持 3 d 以上),是杀灭堆料中所含的致病微生物和虫卵,保证堆肥的卫生指标合格和堆肥腐熟的重要条件<sup>[9]</sup>,温度低于 40 °C 后,主要发酵过程已经完成,保证了堆肥的卫生学指标

和堆肥腐熟的条件<sup>[10]</sup>。在本试验中,各处理温度均经历升温期、高温期、降温期和腐熟期,各处理 7 d 左右时堆体温度可达到 50 ℃ 以上,添加玉米秸秆处理达到 50 ℃ 以上的天数为 22~28 d,高温持续时间 22~28 d,平均比添加小麦秸秆处理多 12 d,高温持续时间多 18 d。添加小麦秸秆处理的堆体温度随外界温度变化较大。其中,玉米秸秆与羊粪以 1:1 处理在第 3 天达到 50 ℃ 以上,持续天数共有 22 d,第 33 天降温至 40 ℃ 以下,升温时间较短,高温维持时期长,腐熟时间短,腐熟效果好。

pH 值变化也是评价基质腐熟度的重要指标之一,有研究表明,pH 值的高低变化会影响微生物的生长,只有适宜的 pH 值才会对微生物的生长起积极作用。一般认为,pH 值在 8.0 左右堆肥可获得最大效率,此条件下可显著提高初期的反应速度,缩短堆肥达到高温所需的时间,亦可避免由堆肥反应延缓造成的臭味问题<sup>[10]</sup>。腐熟的堆肥一般呈弱碱性,pH 值在 8.0~9.0<sup>[10]</sup>。本试验中,添加玉米秸秆处理 pH 值在建堆后 18 d 时上升至最大,30 d 后迅速下降;添加小麦秸秆处理的 pH 值在建堆后 18 天时有升有降,之后逐步升高,30 d 时上升至最大;至堆肥结束时,所有处理的 pH 值均在 8.0~8.5,符合腐熟堆肥 pH 值在 8.0~9.0 的标准<sup>[11]</sup>。

发芽指数是通过检验堆肥对植物发芽是否产生抑制作用来评价堆肥无害化、稳定化程度的指标,它不但能检测堆肥样品的植物毒性水平,还能预测堆肥对植物毒性的变化<sup>[12]</sup>。Zucconi 等<sup>[13]</sup>认为,当 GI>50% 时,堆肥已基本腐熟,当 GI>80% 时,可认为堆肥已经腐熟。本研究在试验结束时,除 T<sub>6</sub> 外,其余各处理的 GI 值均超过 80%,达到堆体腐熟的标准,对植物的生长不会产生毒害作用。

添加玉米秸秆进行堆肥发酵的效果好于添加小麦秸秆。从温度的变化可知,添加玉米秸秆的处理较添加小麦秸秆的处理最高温度高,高温持续时间较长,降温时间较早,且玉米秸秆处理试验历时 40 d 腐熟完成,而小麦秸秆处理需要 43 d。并且添加玉米秸秆处理在堆体初期 pH 值上升速度较快,达到最大值的时间比添加小麦秸秆处理早 12 d。这可能是由于小麦秸秆本身所含的有机质及木质素含量较

高,C/N 也高,C/N 大的有机物分解矿化较困难或速度很慢。添加小麦秸秆处理的 pH 值在堆制初期有所下降,这可能与堆体含水量偏高、有机物厌氧发酵产生的有机酸积累有关<sup>[4]</sup>。

#### 参考文献:

- [1] 康清华,张建忠,邵博. 甘肃省农作物秸秆综合利用的现状、问题与对策[J]. 中国农机化,2010,227(1):35-36.
- [2] 妙旭华,赵文超. 甘肃省畜禽养殖污染状况及粪便的综合利用[J]. 甘肃环境研究与监测,2002,15(4):305-307.
- [3] 兰时乐,曹杏芝,戴小阳. 鸡粪与油菜秸秆高温堆肥中营养元素变化的研究[J]. 农业环境科学学报,2009,28(3):564-569.
- [4] 刘凯,郁继华,颀建明. 不同配比的牛粪与玉米秸秆对高温堆肥的影响[J]. 甘肃农业大学学报,2011,46(1):82-88.
- [5] 黄懿梅,安韶山,白红英. 鸡粪与不同秸秆高温堆肥中氮素的变化特征[J]. 西北农林科技大学学报,2003,32(11):53-54.
- [6] Levanon D, Pluda D. Chemical physical and biological criteria for maturity in composts for organic farming[J]. Compost Science & Utilization, 2002, 10(4):339-347.
- [7] Li G X, Zhang F S, Wong J W C. Seed germination and root growth of cress in water extract of sewage sludge compost for maturity and phytotoxicity[J]. Journal of China Agricultural University, 1999(4):109-116.
- [8] 张鸣,高天鹏,刘玲玲. 麦秆和羊粪混合高温堆肥腐熟进程研究[J]. 中国生态农业学报,2010,18(3):566-569.
- [9] 潘顾昌,严秀宜,潘长庆. 粪便无害化卫生标准 GB7959-1987[S]. 北京:中国标准出版社,1988.
- [10] 李艳霞,王敏健,王菊思. 有机固体废弃物堆肥的腐熟度参数及指标[J]. 环境科学,1999,20(2):98-103.
- [11] 曾光明,黄国和,袁兴中. 堆肥环境生物与控制[M]. 北京:科学出版社,2006.
- [12] 黄国锋,吴启堂,孟庆强. 猪粪堆肥化处理的物质变化及腐熟度评价[J]. 华南农业大学学报:自然科学版,2002,23(3):1-4.
- [13] Zucconi F, Forte M, Monaco A. Biological evaluation of compost maturity[J]. Biocycle, 1981, 22(4):27-29.