

猪粪堆腐对不同种子发芽指数的影响

胡克伟, 贾冬艳, 郝长红, 刘 启

(辽宁农业职业技术学院 辽宁 营口 115009)

摘要: 采用高温好氧模拟堆腐试验, 研究了猪粪腐解过程中对不同种子发芽指数的影响。结果表明: 在堆腐过程中的温度和pH均呈现出先增加后下降, 而后平稳的趋势。同一堆腐时期, 不同种子的发芽指数明显不同, 其中小白菜种子最为敏感, 而黄瓜种子表现出的抗性最强。因此, 可以选择小白菜作为猪粪无害化生物学指标的指示种子。

关键词: 猪粪; 发芽指数; 无害化

中图分类号: S 141.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2011)07-0045-03

堆肥法作为处理畜禽粪便无害化、资源化的一种有效手段, 长期以来被广泛研究和应用。如何快速高效促进畜禽粪便无害腐熟是目前研究的热点。评价畜禽粪便堆腐产品无害化和腐熟度的方法和指标很多, 如物理、化学和生物方法等^[1]。其中生物学方法是评价堆肥无害腐熟的最终和最具有说服力的方法^[2], 植物生长分析最能直接地反映堆腐产品对植物的影响, 但所需时间长, 劳动量大; 而种子发芽试验成为测试植物毒性直接快速和可靠的生物测试方法, 它受到堆腐产品各方面性质的影响, 是一个综合性的参数, 目前种子发芽试验被认为是评价堆腐产品无害腐熟最具说服力的方法。

目前, 探索畜禽粪便堆肥过程中无害化和腐熟度的化学指标相关报道较多, 而生物学指标的研究较少, 在前人工作的基础上, 以猪粪为研究对象, 研究了高温好氧模拟堆肥对小白菜、苦苣和黄瓜种子发芽指数的影响, 以期确定猪粪高温堆肥的无害化生物学指标, 为规模猪场固弃物的无害化处理和资源化利用提供技术依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

猪粪采自辽宁农业职业技术学院集约化畜禽养殖场, 蔬菜种为四季小白菜、荷兰苦苣、超级春秋旱黄瓜(沈阳市瑞丰种子有限公司生产)。供试猪粪的基本性质见表 1。

表 1 供试猪粪的基本性质

样品	pH 值	全磷 /g·kg ⁻¹	全钾 /g·kg ⁻¹	总碳 /g·kg ⁻¹	全氮 /g·kg ⁻¹	C/N
仔猪粪	6.20	7.20	10.82	382.66	56.73	6.75

第一作者简介: 胡克伟(1972-), 男, 蒙古族, 辽宁朝阳人, 博士, 副教授, 现主要从事环境生态方面的研究工作。E-mail: hookerw@163.com.

收稿日期: 2011-01-18

1.2 试验设计

猪粪堆腐处理采用高温好氧模拟培养, 阶段性采样后进行分析的方法, 具体设计为: 调畜禽粪便含水量至 50%~60%, 从 2009 年 6 月 21 日至 8 月 16 日进行堆腐培养, 共 56 d。每天定时(14:00)测定温度, 并打开培养箱进行通风供氧 15 min, 每天进行翻堆供氧并加水调节样品含水量, 根据样品温度调节培养箱的温度, 使其保持低于样品温度 1~2℃, 避免畜禽粪便热量损失和防止人为升温的影响。分别在 0、7、14、21、28、35、42、49、56 d 取样测定温度和 pH, 以及种子根长、种子发芽率、种子发芽指数。

1.3 试验方法

温度: 每天定时(14:00)测定样品温度, 在通风供氧前将温度计插入样品堆体内, 6 min 后快速读取温度值。
pH 值: 取鲜样按 5:1 液样比浸提, 振荡 2 h, 用 pH 计测定。种子发芽: 新鲜堆肥样品与水 1:10(W/V) 比例混合振荡 2 h, 上清液经滤纸过滤后待用。把一张大小合适的滤纸放入干净无菌的 9 cm 培养皿中, 滤纸上整齐摆放 20 粒小白菜种子(或苦苣、黄瓜)。准确吸取 5 mL 滤液于培养皿中, 在 25℃、黑暗条件下的培养箱中培养 48 h, 测定种子的发芽率和根长, 同时用去离子水做空白对照。

2 结果与分析

2.1 猪粪堆腐过程中的温度变化情况

堆腐过程中温度的升高是微生物代谢产热积累的结果, 反过来又决定了微生物的代谢活性; 温度对于畜禽粪便的分解及物质转化具有很大的影响, 许多研究认为, 高温堆腐的理想温度为 50~60℃^[3], 但是堆腐原料、有机质含量、pH、C/N 比、通气性、水分含量等多种因素影响堆腐过程中温度的变化。

由图 1 可知, 猪粪堆腐处理的温度变化主要有 4 个阶段, 分别为升温阶段、高温阶段(堆腐温度达 50℃以上)、降温阶段和温度趋于稳定的冷却腐熟阶段。堆腐

初期,嗜温性微生物的活动释放出大量的热量,当产生的热量大于消耗的热量时,堆体温度迅速上升,仔猪粪的升温期维持 6 d,从第 7 天开始进入高温阶段。高温阶段是高温好氧无害化堆腐处理有机固体废弃物的关键阶段,大部分有机物在此过程中氧化分解,堆腐物料中几乎所有的致病微生物在此过程中被杀死而达到无害化。在此过程中,微生物消耗环境营养物质和堆肥中的其它水溶性组分,不断生长和繁殖,继续放出大量的热量,从图 1 可知,猪粪的高温阶段持续了 9 d,最高温度达到 59℃。随着堆腐的进行,堆料越来越稳定,有机质的分解接近完全,温度呈下降趋势,这是由于微生物在好氧条件下利用有限的剩余养分进行新陈代谢的原因,许多研究也有类似报道^[4],造成温度变化的幅度越来越小,堆腐进入冷却腐熟阶段,该研究的畜禽粪便样品在堆腐 28 d 后温度基本稳定在 38℃ 左右,接近环境温度,堆腐达到稳定腐熟。

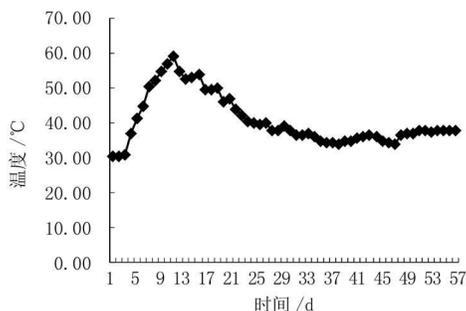


图 1 猪粪堆腐过程中的温度变化

2.2 猪粪堆腐过程中的 pH 变化情况

pH 的变化是表征堆腐过程变化的基本性质之一,由图 2 可知,猪粪在堆腐处理过程中, pH 变化呈现先升高后下降的趋势,猪粪在堆腐 0 d 时 pH 为 6.2,随着堆腐的进行 pH 迅速增加,这是由于在堆腐初期,有机氮在微生物的作用下发生强烈的矿化分解,并产生大量铵态氮,铵态氮的积累造成了氨气含量的增加,从而造成 pH 的显著提高;在堆腐的后期,由于硝化细菌活性增强,铵态氮不断向硝态氮转化,同时硝化作用中释放的 H⁺ 不断增多,另外堆腐中有机物分解产生的有机酸也可能是导致堆腐后期有所 pH 下降的原因。猪粪出现 pH 高峰值的时间在 7~28 d 范围;在 35 d 后 pH 都基本稳定在 7.0~7.3。但是已有的研究认为腐熟无害的堆腐产品一般呈弱碱性, pH 在 8.0~9.0 左右,这是由于堆腐原料和堆腐条件对堆腐后 pH 的影响较大^[5],因此导致该研究与已有研究结果相比,堆腐后 pH 偏低,而低 pH 对铵态氮的挥发影响小,因此将有利于畜禽粪便堆腐过程中氮素的保蓄。

2.3 猪粪堆腐过程中对种子发芽率的影响

由图 3 可知,随着猪粪堆腐的进行,3 种种子水浸提液的发芽率呈逐渐增加趋势,而在堆腐 0 d 时发芽率值均为零,这是由于未堆腐的猪粪中可能含有挥发性脂肪

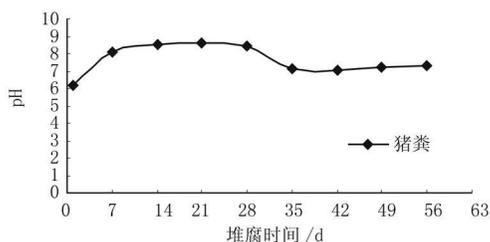


图 2 猪粪不同堆腐时间 pH 值的变化

酸、酚酸、小分子有机酸和大量的 NH₃, 对植物生长产生抑制作用的物质等,因此造成了种子堆腐 0 d 时发芽率为零。在随后的堆腐过程中,3 种种子的发芽率值均呈现不断增加的趋势,这是由于随着堆腐的进行,一些影响种子发芽的植物毒性物质被破坏分解,如 NH₄⁺ 离子浓度的降低,EC 值的下降,有机酸分子的降解等,从而对发芽率的抑制作用减弱,导致发芽率值不断增加。如果以发芽率大于 70%^[3] 作为堆腐无害腐熟标准,该研究中的猪粪从堆腐的 35 d 开始对于小白菜、苦苣和黄瓜 3 种种子均达无害腐熟要求。但是如果以 GR 大于 90%^[6] 作为堆肥无害腐熟标准,对于小白菜种子而言,在猪粪堆腐 56 d 后堆腐结束都未达标。对于苦苣种子而言,在猪粪堆腐 49 d 后达标。对于黄瓜种子而言,在猪粪堆腐 21 d 后即达到无害化标准。

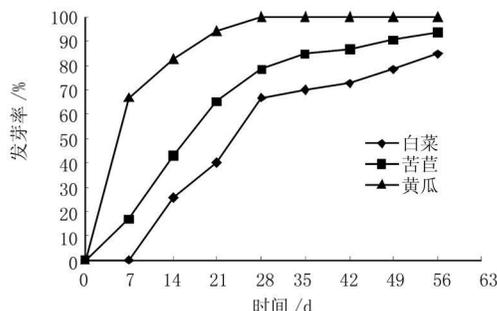


图 3 猪粪堆腐过程中几种蔬菜种子发芽率的变化

2.4 猪粪堆腐过程中对种子发芽指数的影响

考虑到堆腐的无害腐熟受到多方面因素的影响,建议以水浸提液的种子发芽指数(GI)作为评价各种有机固体废弃物的评价参数^[3],GI 值是对堆腐样品低毒性(影响根长)和高毒性(影响发芽)的综合表现,被认为是最敏感、最可靠、最有效和最能反映堆腐产品植物毒性大小的判断堆腐无害化和腐熟度的重要参数,其计算方式为:GI=(堆肥处理的种子发芽率×种子根长)/(对照的种子发芽率×种子根长)。

几种畜禽粪便堆腐处理过程中种子发芽指数 GI 的变化见表 2~4,可以看出,随着堆腐时间的延长,各种畜禽粪便堆腐样品 GI 值均呈现增加趋势,表明随着堆腐的进行,发芽的抑制性物质是在堆腐过程中慢慢消除,堆腐产物对植物的毒害作用逐渐减弱。Zucconit^[7] 认为,当 GI 值>0.50 时,堆肥对植物已基本没有毒性,堆肥已基本腐熟;当 GI 值>0.80 时,堆肥已经腐熟。而据

Riffaldi R^[8] 报道种子发芽指数也是在达 0.80 以上时,表明堆腐样品对植物毒性已消除,反而有促进种子萌发和根系生长作用,此堆腐产品施入土壤后将有利于作物种子萌芽和生长。

表 2 猪粪堆腐过程中小白菜种子发芽指数的变化

时间 / d	对照种子发芽率/ %	对照种子根长/ mm	处理种子发芽率/ %	处理种子根长/ mm	发芽指数
0	0	0	0	0	0
7	100	16.75	0	0	0
14	100	17.35	25.8	4.65	0.069
21	100	17.42	40.0	5.76	0.132
28	100	17.65	66.7	6.92	0.262
35	100	18.04	70.0	8.65	0.336
42	100	17.45	72.7	9.82	0.409
49	100	18.20	78.5	11.75	0.507
56	100	18.16	84.6	12.43	0.579

表 3 猪粪堆腐过程中苦苣种子发芽指数的变化

时间 / d	对照种子发芽率/ %	对照种子根长/ mm	处理种子发芽率/ %	处理种子根长/ mm	发芽指数
0	0	0	0	0	0
7	100	14.32	16.7	8.12	0.095
14	100	14.83	42.9	8.39	0.243
21	100	14.40	65.1	8.86	0.401
28	100	14.53	78.6	9.15	0.495
35	100	14.80	84.6	9.56	0.546
42	100	14.96	86.7	9.95	0.577
49	100	15.32	90.5	10.23	0.604
56	100	15.23	93.8	12.00	0.739

表 4 猪粪堆腐过程中黄瓜种子发芽指数的变化

时间 / d	对照种子发芽率/ %	对照种子根长/ mm	处理种子发芽率/ %	处理种子根长/ mm	发芽指数
0	0	0	0	0	0
7	100	19.40	66.7	13.13	0.451
14	100	20.15	82.4	15.05	0.615
21	100	20.22	94.1	17.44	0.812
28	100	20.15	100.0	17.72	0.879
35	100	20.90	100.0	18.78	0.899
42	100	20.37	100.0	19.26	0.946
49	100	20.24	100.0	20.08	0.992
56	100	21.84	100.0	21.73	0.995

该试验中不同蔬菜种子的发芽指数在猪粪的堆腐过程中变化很大。其中小白菜种子在堆腐的 49 d 时 GI

值 > 0.5, 表明此时猪粪堆肥对小白菜种子已基本没有毒性, 至堆腐 56 d 时, 小白菜的发芽指数达到 0.579。苦苣种子在猪粪堆腐的 35 d 其发芽指数达到了 0.546, 而黄瓜种子在堆腐的第 14 天发芽指数就达到了 0.615, 21 d 时超过了 0.8。至堆腐结束时, 其发芽指数高达 0.995。由此可见, 不同种子对于猪粪浸提液的耐受程度是不一样的, 存在着明显的差异, 因此寻求一种敏感的种子对于畜禽粪便无害化生物学指标的确定是非常重要的。

3 结论

供试猪粪在堆腐过程中的温度随着堆腐的进行, 呈现出先增加后下降、而后平稳的趋势, 在堆腐 28 d 时基本稳定; 在堆腐的第 7 天进入高温阶段 (> 50℃)。pH 在堆腐的前 28 d 基本上呈现升高的趋势, 而后有所下降, 堆腐 35 d 猪粪的 pH 值趋于稳定。同一堆腐时期, 不同种子的发芽指数明显不同, 其中小白菜种子最为敏感, 而黄瓜种子表现出的抗性最强。因此, 可以选择小白菜作为猪粪无害化生物学指标的指示种子。通过种子发芽指数的研究, 在该试验条件下, 可以认为猪粪在堆腐 49 d 后达到基本腐熟。

参考文献

- [1] 鲍艳宇, 陈佳广, 颜丽, 等. 堆肥过程中基本条件的控制[J]. 土壤通报, 2006, 37(1): 164-169.
- [2] Tiquia S M, Tam N F Y. Composting of spent pig litter in tumbled and forced-aerated piles[J]. Environmental Pollution, 1998, 99: 329-337.
- [3] 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, 2002, 23(3): 1-4.
- [4] 张雪英, 周立祥, 沈其荣, 等. 城市污泥强制通风堆肥过程中的生物学和化学变化特征[J]. 应用生态学报, 2002, 13(4): 467-470.
- [5] 吴银宝, 汪植三, 廖新伟. 猪粪堆肥腐熟指标的研究[J]. 农业环境科学学报, 2003, 22(2): 189-193.
- [6] 黄国锋, 钟流举, 张振鼎. 有机固体废物堆肥的物质变化及腐熟度评价[J]. 应用生态学报, 2003, 14(5): 813-818.
- [7] Zucconi F, Pera A, Forte M, et al. Evaluating toxicity of immature compost[J]. Biocycle 1981, 22: 54-57.
- [8] Riffaldi R, Levi-Minzi R, Pera A, et al. Evaluation of compost maturity by means of chemical and microbial analyses[J]. Waste Manag. Res., 1986 (4): 387-396.

Effect of Pig Manure during Composting on Germination Index of Different Seed

HU Ke-wei, JIA Dong-yan, HAO Chang-hong, LIU Qi

(Liaoning Agricultural Vocational-Technical College Yingkou, Liaoning 115009)

Abstract: Using the method of high temperature aerobic composting, the effect of pig manure on germination index of different seed were studied. The results showed that temperature and pH firstly increased rapidly, then decreasing and finally becoming stable in the process of pig manure composting, different seed germination index was significantly different in the same composting. The most sensitive seeds was Chinese cabbage, and cucumber seeds showed the strongest resistance. Therefore, Chinese cabbage can be as a biological indicators seeds of pig manure.

Key words: pig manure; germination index; innocuity