



羊粪中添加蚓粪腐熟发酵效果研究

成 钢¹ 安玉玲¹ 夏 莹¹ 戴 谅¹ 田 娟¹ 陈宇婷¹ 崔京珍¹ 高珍珍¹ 赵 铭²

(1.湖南文理学院 动物学湖南省高校重点实验室/环洞庭湖生物资源保育与
利用研究中心/湖南文理学院 动物健康养殖研究所,湖南 常德 415000;

2.安乡县雄韬牧业有限公司,湖南 安乡 415000)

中图分类号: S851.2⁺4

文献标识码: B

文章编号: 1004-7034(2018)20-0050-05

摘 要: 为了促进羊粪腐熟发酵,明确羊粪中添加蚓粪后的腐熟发酵效果,提高羊粪和蚓粪利用率,试验采用瓶装腐熟发酵法,在新鲜羊粪中分别添加 5%、10%、15%、20% 比例的环毛蚓和“太平 3 号”蚓粪,以新鲜羊粪为空白对照,每个处理重复 3 瓶,在室温下腐熟发酵 42 d,定期观测腐熟温度、pH 值、含水率、色泽、疏松度、气味、种子发芽指数(GI)等指标。结果表明:与空白对照比较,腐熟 42 d 后随着蚓粪添加量的增加各处理的含水率、pH 值逐渐降低,GI 和微生物数量则逐渐增高,腐熟发酵效果增强,其中添加 20% 的“太平 3 号”蚓粪腐熟温度上升最快,温度最高(48.2 ℃),较空白对照高 7 ℃,缩短腐熟时间 2~3 d,腐熟发酵 42 d 后 GI 为 106.42%,分别较 20% 环毛蚓粪处理和空白对照高 6.13 和 25.20 百分点。说明在新鲜羊粪中添加适当比例的两种蚓粪均能促进羊粪的腐熟发酵,其中添加 20% 的“太平 3 号”蚓粪腐熟发酵效果优于其他处理。

关键词: 羊粪; 蚓粪; 发酵腐熟; 效果; 温度; 种子发芽指数

节能减排和对畜禽粪便无害化处理及资源化利用是现阶段我国畜禽养殖业实现可持续发展面临的新挑战^[1]。由于成本低、无害化程度高、腐熟效果好、处理能力大,堆肥腐熟发酵仍然是我国今后长时期内养殖业畜禽粪便处理常用和主要的方式^[2]。目前羊粪腐熟发酵影响因素较难控制,主要存在堆肥腐熟时间长、有害气体释放多等问题^[3-4]。蚯蚓粪是蚯蚓消化分解有机废弃物产生的具有较高孔隙率的颗粒状物质,富含大量微生物,对臭气物质具有一定的吸附和净化功能^[5]。为了充分利用蚓粪特质以及蚓粪中天然微生物促腐功能,明确羊粪中添加蚓粪后的腐熟发酵效果,提高羊粪与蚓粪利用率,试验分别在新鲜羊粪中添加不同比例环毛蚓与“太平 3 号”两种不同类型蚓粪,研究添加量对羊粪腐熟发酵过程中温度、pH 值、含水率、色泽、疏松度、气味、种子发芽指数(GI)等指标的影响,旨在利用蚓粪缩短羊粪腐熟进程,减少有害气体对环境造成的污染,实现羊粪的无害化处理与资源化利用,为

广大养殖户羊粪堆肥腐熟发酵提供理论依据和可行性参考。

1 材料

新鲜环毛蚓蚓粪、“太平 3 号”蚓粪、羊粪等,均由湖南省常德市雄韬牧业有限公司提供;有机物料腐熟剂(Rw 酵素剂),购自某生物技术有限公司;白菜种子、电子天平、电子秤、恒温箱、干湿温度计、pH 测定仪等,均由湖南文理学院生命与环境科学学院动物科学专业实验室提供。

2 方法

2.1 蚓粪的采集和处理

将发酵腐熟后的羊粪装入直径 40 cm、高 30 cm 的花盆内,基料高度不超过盆高的 3/4,投放“太平 3 号”蚯蚓(400±50)条/盆,盆口用稻草覆盖,厚度为 10 cm,定期喷水保湿,室温下饲养,定期收集新鲜蚓粪于保鲜袋中密封;另收集肉羊养殖场周围新鲜湿润的环毛蚓粪,置于 4 ℃ 冰箱保存,备用^[6-8]。

2.2 瓶装腐熟发酵法

试验在湖南文理学院生命与环境科学学院生物园大棚内进行。采用瓶装腐熟发酵法对羊粪进行处理,即在新鲜羊粪中分别添加粉碎过筛后的 5%、10%、15%、20% 环毛蚓、“太平 3 号”新鲜蚓粪,搅拌均匀后分装于 550 mL 矿泉水瓶中,每种比例设置 3 瓶,装量为 600 g/瓶,同时以不添加任何辅料的新鲜羊粪作为空白对照,以新鲜纯蚓粪为阴性对照,以添加 Rw 酵素剂的新鲜羊粪为阳性对照,定期观测和

收稿日期: 2018-04-07; 修回日期: 2018-05-04

基金项目: 湖南省科技计划项目(2016NK2044); 湖南省教育厅重点项目(17A146); 湖南文理学院大学生创新创业研究项目(YB20171718; YB20171719); 湖南文理学院芙蓉学院大学生研究性学习与创新性实验计划项目(FR200701)

作者简介: 成 钢(1976—),男,副教授,博士,研究方向为动物健康养殖与疾病防控,chenggang876@126.com。

记录各处理瓶腐熟前后的温度、pH 值、含水率、色泽、疏松度、气味、GI 等指标,腐熟发酵 42 d 后对各处理瓶中的菌丝生长情况进行观测,并对数据进行统计分析。

2.3 测定项目

含水率的测定:称取粪样 100 g,在 105~110 °C 烘箱中烘 12 h,取出冷却后称重。计算公式:含水率(%)=(羊粪原重-烘干后重量)/羊粪原重。

温度的测定:每隔 2 d 分别测量各瓶内的中心温度,同时记录环境温度。

pH 值的测定:每隔 7 d 取 10 g 瓶内羊粪,加入 100 mL 纯化水,搅拌溶解,室温静置 30 min,取上清滤液 50 mL,采用 pH 测定仪测定 pH 值。

GI 的测定:各处理瓶腐熟发酵 30 d 后,每 3 d 对各处理进行 GI 测定,吸取各处理瓶 pH 值测定后剩余的上清滤液 5 mL,将其滴加到铺有滤纸的 9 cm×9 cm 培养皿内,均匀撒上饱满白菜种子 50 粒/皿,以滴加 10 mL 纯化水培养白菜种子为对照,每个处理重复 3 次,在人工气候箱 25 °C 黑暗条件下培养 48 h,分

别计算每个处理组平均发芽率、GI 和平均根长,并进行统计分析,以 GI≥100% 为腐熟结束标准,记录各处理瓶的腐熟天数。公式:种子发芽率=种子平均发芽数/播种时种子平均数×100%;GI=(处理平均发芽率×处理平均根长)/(对照平均发芽率×对照平均根长)×100%。

微生物数量的测定:取 1 g 样品加入已灭菌的 9 mL 的无菌水中,此时浓度为 1×10⁻¹,用移液枪移取 100 μL 悬液加至 900 μL 的无菌水中,此时稀释浓度为 1×10⁻²,依次稀释到合适浓度后,采用常规平板涂布法将 100 μL 稀释液加到固体培养基平板上涂布均匀,培养 24 h 后对平板上的微生物进行计数。微生物数量(个/g)=菌株数量×10×稀释度。

羊粪腐熟的判定:瓶内羊粪温度趋于环境温度,色泽变为黑色,无刺激性气味,粪粒疏松柔软,pH 值呈弱碱性,含水率≤20%,GI≥80%。

3 结果与分析

3.1 腐熟前后理化性质测定

结果见表 1 和 242 页彩图 1。

表 1 腐熟前后理化性质测定结果

项目	处理	比例/%	pH 值	含水率/%	GI/%	微生物数量/(10 ⁹ 个·g ⁻¹)	菌丝出现期/d	腐熟天数/d
腐熟前	环毛蚓粪		7.633	54.83	83.26	2.68		
	“太平 3 号”蚓粪		6.293	52.18	87.52	4.33		
	空白对照		8.647	62.56	36.85	9.85		
腐熟后	环毛蚓粪+羊粪	5	7.985	21.78	83.36	3.28	13	47~50
		10	8.016	19.45	89.95	5.96	12	45~46
		15	7.893	18.31	92.23	9.47	13	44~45
		20	7.876	17.35	100.29	12.30	11	42~45
	“太平 3 号”蚓粪+羊粪	5	7.802	21.36	84.01	2.36	14	47~50
		10	7.785	19.79	88.27	4.78	12	44~46
		15	7.734	18.84	89.56	5.21	11	40~45
		20	7.712	16.76	106.42	8.39	9	39~42
	空白对照		8.035	23.52	81.22	8.70	15	48~51

由表 1 和 242 页彩图 1 可见:腐熟 42 d 后各处理瓶中的含水率、pH 值随着蚓粪添加量的增加逐渐降低,GI 则逐渐升高;添加“太平 3 号”蚓粪瓶 7~8 d 开始出现白色菌丝,大量出现期为 9~14 d,较环毛蚓粪处理和对照分别早 1~2 d 和 3~4 d;腐熟 42 d 后,添加 20% 的“太平 3 号”蚓粪 GI 为 106.42%,经计算分别较 20% 环毛蚓粪处理和空白对照高 6.13 和 25.20 百分点;以 GI≥100% 为腐熟结束标准,添加“太平 3 号”蚓粪处理较环毛蚓粪处理和空白对照早 3~6 d 和 9~12 d,腐熟结束后各处理羊粪颜色变为黑褐色,无刺激性气味,瓶中羊粪疏松柔软,随着蚓粪添加量的递增各处理白色菌丝含量逐渐增多,添加 20% 的“太平 3 号”蚓粪瓶中白色菌丝量与空白对照

相当,腐熟发酵效果优于其他处理。

3.2 蚓粪类型与添加量对羊粪腐熟发酵温度的影响

温度是影响羊粪腐熟发酵的重要因素,通过观测各处理瓶中温度的大致走势可以判断腐熟发酵进程以及蚓粪种类与添加量对羊粪腐熟发酵的影响,结果见 243 页彩图 2。

由 243 页彩图 2 可见:添加“太平 3 号”蚓粪与添加环毛蚓粪各处理瓶内发酵腐熟温度变化趋势基本一致,总体变化趋势为升-降-升-环境温度;各处理羊粪经历了 2 次发酵过程,一次发酵期为 1~15 d,各处理温度均在 5~7 d 内快速上升至 35 °C 左右,与环境温度相差(10±2) °C,与空白对照无明显差别;二次发酵期为 16~38 d,第 19 天各处理温度又开始上



升,但上升速度不同,各处理温度均在腐熟发酵23天时达到35℃以上,尤以添加20%的“太平3号”蚓粪腐熟温度上升最快,维持时间最长,瓶内温度最高(48.2℃),经计算较空白对照高7℃,且在30℃以上持续了7d,较其他处理高5.7~9.2℃,缩短腐熟时间2~3d;堆肥35d后各处理堆肥温度迅速下降并趋于环境温度。

3.3 蚓粪种类与添加量对羊粪腐熟发酵pH值的影响

结果见表1和243页彩图3。

由表1和243页彩图3可见:蚓粪处理与对照羊粪的pH值变化趋势均为升-降-升-降;发酵初期各处理pH值略上升,可能与此期羊粪中可利用氮较多,微生物生长繁殖较快,生成较多氨类复合物所致;随着微生物的活动,有机酸含量增加,发酵至14天左右各处理pH值下降至7.601~8.161;腐熟发酵至21天,随着瓶内微生物的分解以及含氮有机物所产生氨的堆积,瓶内pH值又开始上升;腐熟42天,添加两种蚓粪各处理的pH值随着蚓粪添加量的增加呈逐渐降低的趋势,两种蚓粪间以及添加同种蚓粪不同比例间的pH值差异不明显;发酵腐熟结束时,各处理pH值在7.712~8.035之间,均符合羊粪腐熟的pH值标准。

3.4 蚓粪添加量对羊粪堆肥发酵GI的影响

结果见表1和243页彩图4。

由表1和243页彩图4可见:各堆肥处理在发酵30d以后GI均呈上升趋势,发酵腐熟42天各处理的GI均高于80%,说明各处理的羊粪均趋于腐熟,其中添加20%的“太平3号”蚓粪和添加15%、20%的环毛蚓蚓粪处理在发酵第36天时 $GI \geq 80\%$;其次为添加10%的环毛蚓蚓粪和添加10%、15%的“太平3号”蚓粪处理,在发酵第39天时腐熟;空白对照与添加5%的两种蚓粪处理的GI较低,腐熟速度最慢;腐熟42天添加20%“太平3号”蚓粪的GI为106.42%,经计算分别较对应添加比例环毛蚓蚓粪处理和空白对照高6.13个百分点和25.20个百分点,腐熟效果最好。

4 讨论与结论

本试验采用瓶装腐熟发酵法对羊粪进行处理,测定添加蚓粪对发酵温度、pH值和GI等指标的影响。结果表明,添加20%的“太平3号”蚓粪较环毛蚓蚓粪处理和空白对照升温快、温度高、持续时间长且随着蚓粪添加比例的增加发酵温度呈升高的趋势。分析原因可能与“太平3号”蚓粪中存在大量促腐微生物

物有关。另外,随着蚓粪添加量的增加各处理微生物数量明显增多进一步证实了以上推断。试验各处理温度均未达到生产实际堆肥腐熟发酵的50℃以上高温,主要原因是瓶内粪量较少,腐熟发酵所产生的热量容易散失且易受环境温度的影响。pH值对微生物的生长繁殖起着重要的作用,羊粪堆肥腐熟发酵理想pH值为6~9,pH值过高或过低均会影响微生物的生长。本试验中,腐熟42天各处理pH值在7.712~8.035之间,符合腐熟pH值标准。试验中添加蚓粪处理的pH值均低于空白对照,说明添加蚓粪对羊粪腐熟发酵过程中pH值有一定调节功能,这种功能可能与蚓粪疏松多孔,可以吸附和减少含氮气体挥发以及蚓粪中的大量微生物参与氨类复合物和有机酸合成与分解有关。GI是用来评价堆肥腐熟度的最终和最具有说服力的指标。本试验结果表明,添加蚓粪的各处理GI均高于空白对照,进一步证明在新鲜羊粪中添加适当比例蚓粪能够加速分解羊粪中的有害物质,促进腐熟进程。

综上所述,蚓粪是羊粪腐熟的天然发酵剂,本试验中添加的两种蚓粪均能促进羊粪的腐熟发酵且随着蚓粪添加量的增加腐熟发酵速度加快,效果增强。“太平3号”蚓粪处理在促进羊粪的腐熟温度、pH值和GI指标方面均高于环毛蚓蚓粪,可能与“太平3号”蚯蚓以羊粪为基料进行饲养,蚓粪中含有大量分解羊粪的促腐微生物有关。为了充分利用蚓粪中天然微生物群落促进羊粪腐熟发酵及除臭,课题组已展开对羊粪养殖蚯蚓后蚓粪中促腐除臭微生物的分离与筛选工作,并已取得相关进展。

参考文献:

- [1] 廖青,韦广波,江泽普,等.畜禽粪便资源化利用研究进展[J].南方农业学报,2013,44(2):338-343.
- [2] 薛智勇,汤江武.畜禽废弃物的无害化处理与资源化利用技术进步(上)[J].浙江农业科学,2002(1):45-47.
- [3] 张鸣,高天鹏,刘玲玲,等.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.
- [4] 张树清,张夫道,刘秀梅,等.规模化养殖畜禽粪主要有害成分测定分析研究[J].植物营养与肥料学报,2005,11(6):822-829.
- [5] 姜桂苗,何剑斌,马振乾,等.蚯蚓粪在畜牧生产中的应用[J].新农业,2011(6):24.
- [6] 成钢,龙晓晴,王宗宝,等.太平三号蚯蚓对家畜粪便利用效果比较研究[J].家畜生态学报,2015,36(5):77-80.
- [7] 成钢,龙晓琴,王宗宝,等.温度对牛粪养殖蚯蚓生长与繁殖的影响[J].黑龙江畜牧兽医,2015(06下):137-138.
- [8] 成钢,杨花密,王宗宝,等.温度与畜禽粪便配比对养殖蚯蚓生长与繁殖的影响[J].江苏农业科学,2016,44(2下):282-285.

(019)

· 探讨与研究 ·

畜禽养殖业水污染物排污权交易可行性分析

(作者孙少晨等,正文见第1-4 242页)

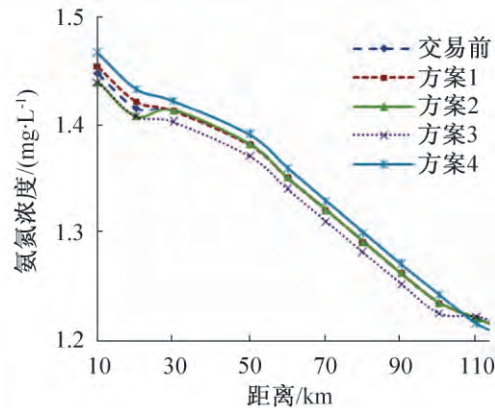


图2 交易前后干流氨氮水质变化模拟结果

· 畜牧科学 ·

温度对粪便发酵过程中耗氧量和有害气体排放量的影响

(作者朱伟等,正文见第43-45 49 242页)

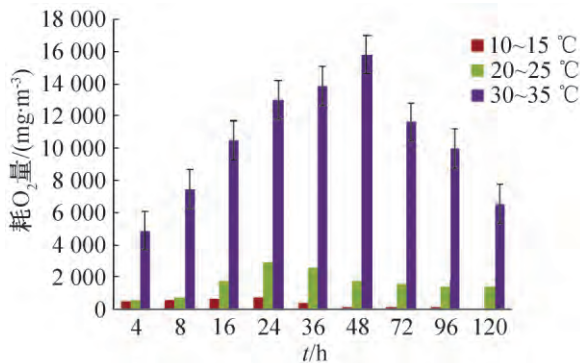


图1 环境温度对粪便发酵耗 O₂ 量的影响

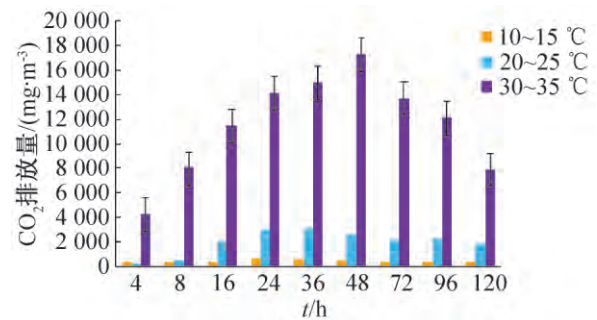
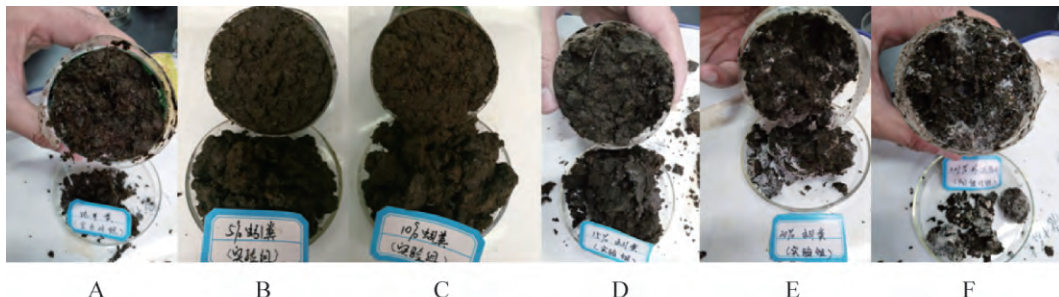


图2 环境温度对粪便发酵 CO₂ 排放量的影响

· 畜牧科学 ·

羊粪中添加蚓粪腐熟发酵效果研究

(作者成钢等,正文见第50-52 242-243页)



A. 纯蚓粪(阴性对照); B. 添加5%蚓粪处理组; C. 添加10%蚓粪处理组; D. 添加15%蚓粪处理组; E. 添加20%蚓粪处理组; F. 添加Rw酵素剂处理组(阳性对照)。

图1 添加不同比例“太平3号”处理的菌丝生长情况

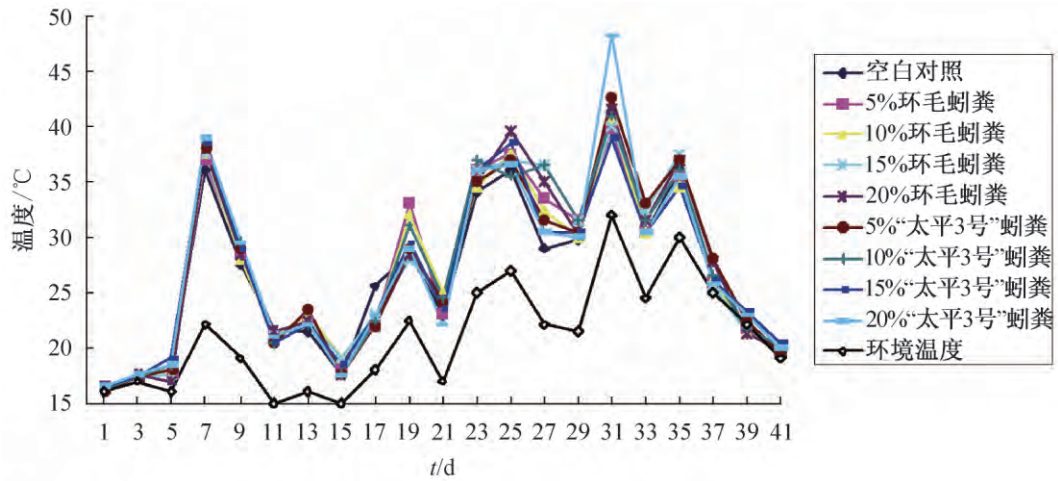


图2 不同添加量两种蚓粪对羊粪腐熟发酵温度的影响

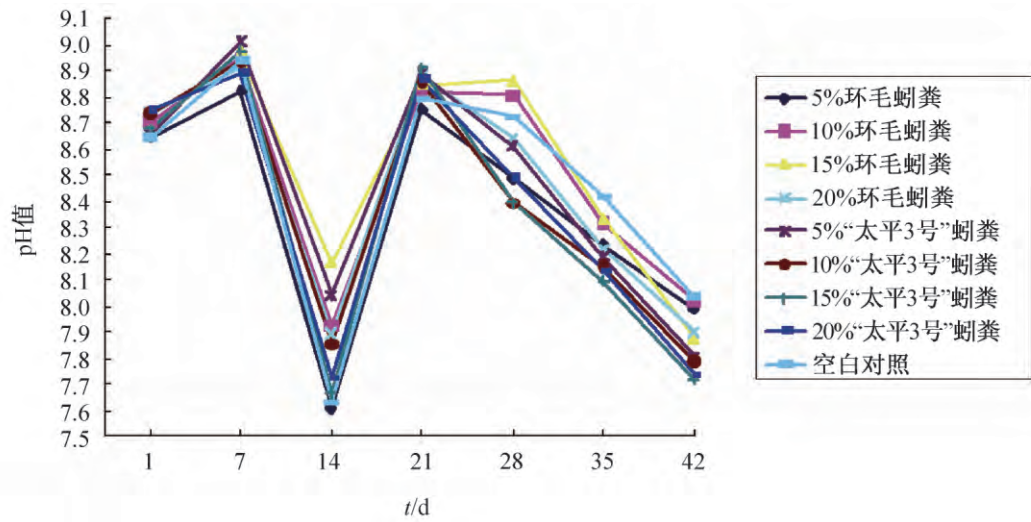


图3 各堆肥处理的 pH 值变化

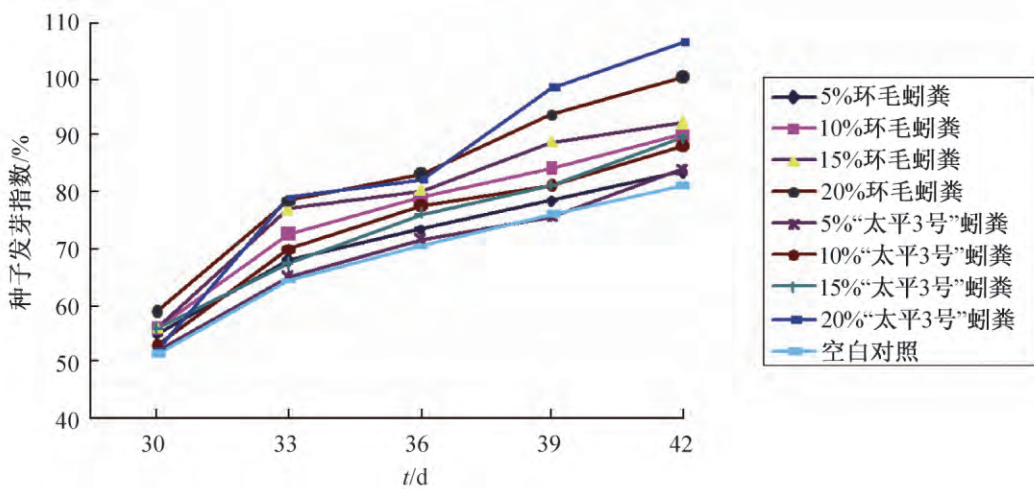


图4 堆肥后各处理的种子发芽指数变化