

网络出版时间:2014-02-28 13:13 DOI:10.13207/j.cnki.jnwafu.2014.03.014
网络出版地址:<http://www.cnki.net/kcms/doi/10.13207/j.cnki.jnwafu.2014.03.014.html>

腐熟剂对鸡粪堆肥过程中物质变化的影响

岳敏杰¹,史媛媛¹,蒋瑞瑞¹,田亚东¹,孙桂荣¹,李国喜¹,康相涛^{1,2},王彦彬¹

(1 河南农业大学 牧医工程学院 河南 郑州 450002;2 河南省家禽种质资源创新工程研究中心,河南 郑州 450002)

[摘要] 【目的】研究腐熟剂对鸡粪堆肥过程中堆料理化性质的影响,为畜禽粪便的工厂化处理提供参考。
【方法】以取自郑州某养鸡场的鸡粪为供试材料,设计腐熟剂组(堆肥中添加了腐熟剂,其活菌数为 2×10^{10} CFU/g)和正常堆肥发酵组(对照组,未添加腐熟剂)2个处理,测定发酵过程(0~40 d)中2个处理鸡粪堆肥的温度、含水率、pH值、C/N和NH₄⁺-N含量,并采用种子发芽指数对堆肥腐熟的毒害性进行评估,然后对发酵结束后2个处理鸡粪堆肥的养分含量进行测定。
【结果】腐熟剂组鸡粪堆肥升温速度快,高温维持时间长;水分蒸发快,腐熟后的鸡粪含水率明显下降;发酵结束时,堆肥pH值维持在有利于微生物发酵的弱碱性环境。在发酵过程中,腐熟剂组的C/N在第20天时已小于20,达到腐熟。在发酵第35天时,腐熟剂组种子发芽指数达到80%,明显高于对照组。发酵结束时,腐熟剂组的堆肥臭味减轻,养分含量高于对照组。
【结论】利用腐熟剂可以提高鸡粪堆肥发酵效率,减少堆肥养分的流失及对环境的污染。

[关键词] 鸡粪;腐熟剂;无害化发酵;有机肥

[中图分类号] S141.2;S141.4

[文献标志码] A

[文章编号] 1671-9387(2014)03-0152-05

Effects of decomposing inoculants on material changes in chicken manure decomposition

YUE Min-jie¹, SHI Yuan-yuan¹, JIANG Rui-rui¹, TIAN Ya-dong¹, SUN Gui-rong¹,
LI Guo-xi¹, KANG Xiang-tao^{1,2}, WANG Yan-bin¹

(1 College of Animal Science and Veterinary Medicine, Henan Agricultural University, Zhengzhou, Henan 450002, China;

2 Henan Innovative Research Center for Poultry Germplasm Resources, Zhengzhou, Henan 450002, China)

Abstract: 【Objective】This study investigated the effects of decomposition agents on physicochemical properties of materials during chicken manure compost. 【Method】Two treatments, decomposing inoculums group (decomposing microbial inoculums with a viable count of 2×10^{10} CFU/g were added) and normal decomposing group (control group), were allocated in the experiment. Temperature, moisture content, pH value, C/N ratio and ammoniated nitrogen content of chicken manure compost were determined during the composting processing. The seed germination index was used to assess compost maturity toxicity. Subsequently, the nutrient contents of each group were measured after composting. 【Result】The temperature of the decomposing inoculums group increased faster than that of the control, and maintained a high level. Besides, water evaporated faster in the decomposing inoculums group, and the manure water content significantly decreased after composting. Moreover, the chicken manure compost maintained a weak alkaline environment, which was beneficial for the microbial at the end of the composting. When the C/N ratio of the decomposing inoculums group declined to 20 at the 20th day and the composted chicken faeces matured.

[收稿日期] 2013-03-21

[基金项目] 河南省世行贷款生态畜牧业项目(P100455)

[作者简介] 岳敏杰(1987—),女,河南鹤壁人,在读硕士,主要从事畜禽疫病分子病原学和免疫学研究。

[通信作者] 王彦彬(1969—),男,河南郑州人,副教授,博士,硕士研究生导师,主要从事兽医微生物与分子免疫学研究。

The seed germination index reached 80% at the 35th day, which was significantly higher than that of the control. Compared to the control, odors of the decomposing inoculums group faded, while the nutrient concentrations increased. 【Conclusion】 The decomposing inoculants increased the composting efficiency of chicken manure, while reduced the nutrition nutrient loss and environmental contamination during composting.

Key words: chicken manure; decomposing inoculants; detoxification ferments; organic fertilizer

近年来,我国养殖业向规模化、集约化方向转变,畜禽产品为人民生活水平的提高做出了巨大贡献,与此同时,畜禽粪便量急剧增加,进而产生各种污染问题^[1]。这些问题如果得不到有效解决,不仅危害人们的身体健康,而且也影响养殖业自身的可持续发展。家禽粪便堆肥发酵后可作为有机肥料,对促进农牧结合、发展生态农业具有重要作用。传统的处理家禽粪便的方法多采用高温堆闷发酵方法,但这很难得到真正腐熟的有机肥。未腐熟的家禽粪便异臭味大,极易滋生大量蚊蝇;用未腐熟的粪便施肥会出现烧苗现象;未腐熟粪便中病菌、虫卵、草籽等杀不死,施肥入田容易滋生地下害虫;未腐熟家禽粪便中含有大量的“尿激酶”,长期使用会抑制作物的生长^[2]。要解决这些问题,促进农牧生产的良性循环,就需要寻找一种能够使家禽粪便迅速腐熟的材料和技术。目前,大多数研究者提出利用微生物菌群对家禽粪便进行无害化处理,这样不仅可大大缩短堆肥处理时间,也有利于堆肥养分的保持,而且有些微生物还能起到治理堆肥污染物的作用^[3]。国内研究者已进行了这方面的研究^[3-7],如刘克锋^[4]分别应用不同微生物菌剂处理猪粪堆肥,认为添加快速发酵菌剂能加速堆肥腐熟,缩短发酵时间,有利于堆肥的保氮除臭。

本试验针对北方地区鸡粪堆肥发酵缓慢的问题,接种外源微生物腐熟剂于鸡粪中,对鸡粪堆肥过程中堆温、pH值、含水率、C/N等指标进行分析,探讨微生物腐熟剂对加速鸡粪堆肥腐熟的效果,以期为家禽粪便工厂化处理条件的调控提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材 料

供试鲜鸡粪取自郑州郊区某养鸡场。腐熟剂(复合菌剂)为自配,包括放线菌、光合菌、耐热枯草芽孢杆菌、地衣芽孢杆菌、酵母菌等。菌剂以固体形式保存,菌剂含菌量约 2×10^{10} CFU/g。

1.2 试验设计

本试验设2个处理:腐熟剂组,即添加腐熟剂堆

肥发酵组;对照组,指未添加腐熟剂的自然发酵组。堆肥试验自2012-04开始,试验堆肥量约1000 kg,建高度为0.7~1.0 m、宽度约1.5 m的长方形堆。建好肥堆后的前10 d,用长方形塑料布将其覆盖,起到保温作用。按质量分数计算,堆肥中含鲜鸡粪70%,肉鸡垫料(稻壳)30%,腐熟剂0.1%,混合含水量50%~65%。将物料充分混合搅拌均匀后打堆,待物料温度维持在65℃左右1~2 d后翻堆,翻堆后物料温度再次升至65℃左右并维持1~2 d再翻堆,即间隔5 d翻堆1次,堆肥发酵40 d,发酵结束时粪便堆肥颜色变为棕褐色。

1.3 方 法

1.3.1 取 样 鸡粪堆肥发酵过程中间隔5 d取样1次,采用五点法(堆肥四周及中心处)在20 cm以下不同深度采集样品,各点采样100 g,混合后进行相关指标的检测。

1.3.2 检测项目及测定方法 鸡粪堆肥过程中检测的项目主要有堆肥温度、含水率、pH、NH₄⁺-N、C/N和种子发芽指数。

堆肥温度每天用水银温度计测定,将温度计插入发酵堆中间25 cm深,平衡10 min后读数,同时测定当天气温。采用称质量法测定堆肥含水率;用pH计测定堆肥pH值;采用纳氏试剂比色法(GB 7479—87)测定NH₄⁺-N含量;采用凯氏定氮法测定全氮含量,用重铬酸钾-硫酸氧化法测定全碳含量^[8],进而计算C/N值。

采用种子发芽试验^[9]测定种子发芽指数。以油菜种子为材料,取一定质量堆肥样品,将样品与蒸馏水按1:10质量(g)体积(mL)比在60℃下浸提3 h,过滤。吸取滤液5 mL倾倒到在铺有2张滤纸的培养皿内,每个培养皿各点播10粒饱满的油菜种子,重复3次,25℃下培养36 h,测发芽率,以蒸馏水为对照。种子发芽指数(GI)计算公式: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%。

鸡粪堆肥结束后测定全氮、全磷、全钾和有机质等养分含量,其中全氮含量采用凯氏定氮法测定;全

磷含量采用吸光度法测定,首先将样品用钼酸铵处理,之后在 400 nm 波长下检测吸光度;测定全钾含量时,将样品先用硫酸和过氧化氢消煮,之后用火焰光度法测定;测定有机质含量时,先采用滴定法测定有机碳含量,之后再计算出有机质含量^[10]。

2 结果与分析

2.1 添加腐熟剂后鸡粪堆肥颜色和臭味的变化

鸡粪发酵腐熟后,堆肥的体积略减小,颜色加深,呈棕褐色,臭味减轻,较发酵前干燥。

2.2 添加腐熟剂后鸡粪堆肥过程中温度的变化

发酵温度是影响畜禽粪便发酵的重要因素之一,是发酵中微生物生命活性的重要标志,反映了微生物新陈代谢的强度和堆肥转化率^[11]。由图 1 可见,堆肥温度在发酵的前 5 d 快速升高,腐熟剂组和对照组温度分别在发酵的第 6 天和第 9 天达到最高值,分别为 71 和 63 ℃,可知腐熟剂组的堆肥最高温度比对照组高 8 ℃,且时间缩短了 3 d,可以看出添

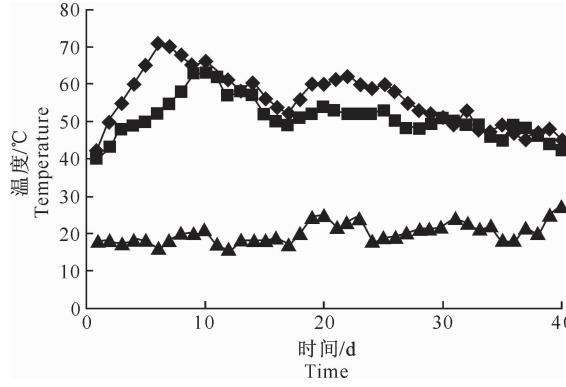


图 1 添加腐熟剂后鸡粪堆肥过程中温度的变化

—◆—腐熟剂组;—■—对照组;—▲—气温

Fig. 1 Changes in temperature during the composting process of chicken mature supplemented with decomposing microbial inoculants
—◆—Decomposition maturing agent;
—■—Control;
—▲—Air temperature

2.4 添加腐熟剂后鸡粪堆肥过程中 pH 的变化

一般适宜微生物生长的 pH 值环境呈中性或微碱性^[14],pH 过高或过低都不利于堆肥腐熟的进程。由图 3 可见,在发酵过程中,堆肥的 pH 值维持在较高值,为 7.5~9.0。与对照组相比,腐熟剂组堆肥的 pH 值除第 1~5 天和第 20 天时与对照组接近外,其他时间均显著低于对照组,且在发酵结束时 pH 值下降至 7.7,偏中性,而对照组堆料的 pH 值则达到 8.3。表明腐熟剂处理可控制堆料的 pH 值,避免高温发酵期 pH 值过高,最终达到偏中性,以适

加腐熟剂后堆料反应更剧烈,且堆料温度上升快,维持时间长,这有利于杀灭堆肥中的病原菌、虫卵和草种等^[12],从而达到快速腐熟^[13]。2 个处理组的温度都先快速升高,达到高峰后再缓慢下降。在整个堆肥发酵阶段,腐熟剂组的发酵温度都在 50 ℃以上,符合我国粪便无害化卫生标准;也表明添加复合微生物腐熟剂可以使堆肥发酵迅速升温,缩短发酵周期,使鸡粪发酵更加彻底。

2.3 添加腐熟剂后鸡粪堆肥过程中含水率的变化

鸡粪含水率对鸡粪堆肥发酵有重要影响,鸡粪堆肥的发酵脱水速率及脱水强度是堆肥能否实现产业化生产的重要指标。由图 2 可见,发酵结束时,腐熟剂组和对照组的含水率比初始含水率降低了 25%~30%,这使得鸡粪堆肥作为有机肥应用更加方便可行。此外,腐熟剂组的含水率比对照组低,且前期的失水速率也比对照组快,这与腐熟剂组前期发酵温度高有关。

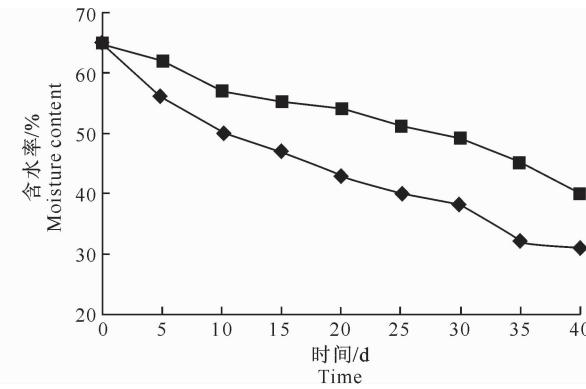


图 2 添加腐熟剂后鸡粪堆肥过程中含水率的变化

—◆—腐熟剂组;—■—对照组

Fig. 2 Changes in moisture content during the composting process of chicken mature supplemented with decomposing microbial inoculants
—◆—Decomposition maturing agent;
—■—Control

宜微生物生长。有研究表明,控制堆肥 pH 值上升可减少氮素损失和臭气产生^[15]。一般而言,肥中氮素主要以 NH₃ 形式挥发损失,这对堆肥中氮素的保存极为不利,控制堆肥发酵过程中 pH 的变化,不仅有利于微生物的生长,而且可控制氮素的挥发,提高堆肥的养分^[16]。

2.5 添加腐熟剂后鸡粪堆肥过程中 NH₄⁺-N 含量的变化

由于家禽消化系统的特殊结构和消化道长度较短等原因,家禽饲料利用率较低,因此在家禽粪便中

有机氮含量较多。鸡粪堆肥过程中,有机态氮被微生物利用并转化为 NH_4^+ -N,进而转化为 NO_3^- -N。堆肥过程中 NH_4^+ -N 含量的变化是非常显著的,因此 NH_4^+ -N 含量的减少是堆肥腐熟的标志。当堆肥中 NH_4^+ -N 含量<400 mg/kg 时,则堆肥被认为已经腐熟^[17]。由图 4 可见,腐熟剂组和对照组的 NH_4^+ -N 含量均呈先升后降的变化趋势,各处理

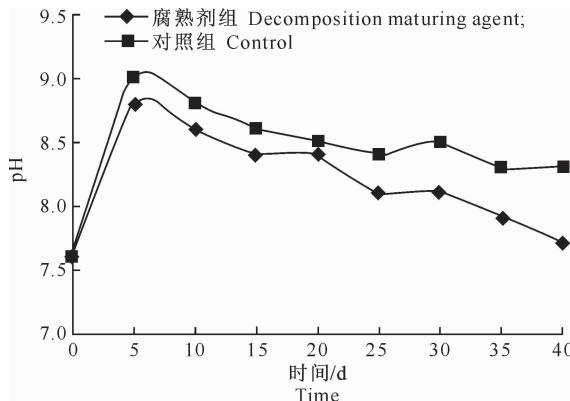


图 3 添加腐熟剂后鸡粪堆肥过程中 pH 的变化

Fig. 3 Changes in pH value during the composting process of chicken mature supplemented with decomposing microbial inoculums

2.6 添加腐熟剂后鸡粪堆肥过程中 C/N 的变化

C/N 值是堆肥腐熟的最基本参数。由于微生物的降解作用,总有机碳含量随堆肥时间延长逐渐降低^[18],这是由于微生物活动消耗了堆体内大量的有机碳并转化为 CO_2 和 H_2O 而损失,而总 N 含量在固氮菌的作用下逐渐升高,故堆肥 C/N 值越来越

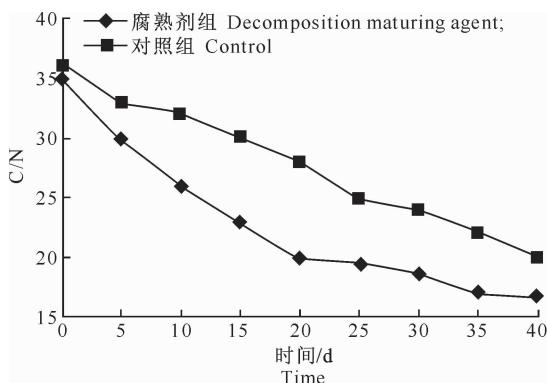


图 5 添加腐熟剂后鸡粪堆肥过程中 C/N 的变化

Fig. 5 Changes in C/N during the composting process of chicken mature supplemented with decomposing microbial inoculums

2.7 添加腐熟剂后鸡粪堆肥对种子发芽的影响

种子发芽指数被用于检测堆肥对植物是否有毒性。由于未腐熟的堆料中会存在影响种子发芽的毒

NH_4^+ -N 含量在堆肥 5~10 d 出现一个明显的峰值,这是由于前期堆料中易利用氮素含量较高,微生物的快速生长和繁殖加速了有效氮的分解,并以 NH_4^+ -N 的形式快速积累,导致 NH_4^+ -N 含量上升,之后由于硝化作用增强及 NH_3 挥发损失的双重作用,导致 2 种处理 NH_4^+ -N 含量均下降。

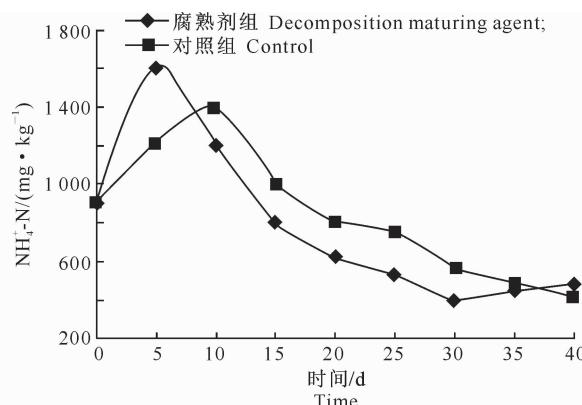


图 4 添加腐熟剂后鸡粪堆肥过程中 NH_4^+ -N 含量的变化

Fig. 4 Changes in NH_4^+ -N during the composting process of chicken mature supplemented with decomposing microbial inoculums

小。由图 5 可见,在鸡粪堆肥发酵过程中,2 个处理 C/N 值均呈下降趋势,至发酵结束时,腐熟剂组的 C/N 值下降幅度更大。一般认为,当堆肥 C/N 值下降到 20 以下时,可初步判定堆肥达到腐熟^[19]。腐熟剂组堆料的 C/N 值在发酵第 20 d 时已经小于 20,由此可见,添加腐熟剂缩短了鸡粪腐熟的时间。

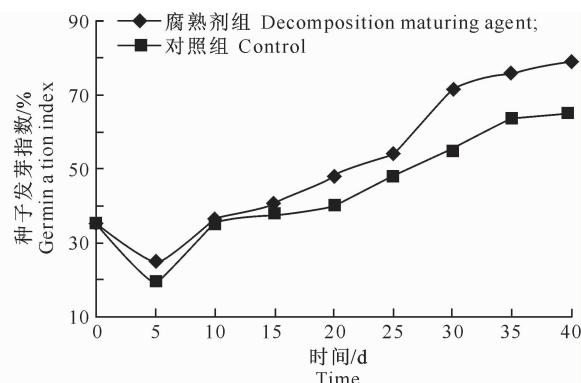


图 6 添加腐熟剂后鸡粪堆肥过程中种子发芽指数的变化

Fig. 6 Changes in germination index during the composting process of chicken mature supplemented with decomposing microbial inoculums

性物质,但这些物质会随堆肥过程的进行逐渐被降解,目前人们一般将种子发芽指数(GI)作为判定畜禽粪便堆肥腐熟度的指标,因为 GI 可间接检验堆肥

中抑制种子发芽的毒性物质含量,被视为是目前检验堆肥腐熟度最精确而有效的方法^[20]。由图 6 可见,随着堆肥时间的延长,堆肥腐熟对种子的毒害作用越来越小,2 个处理的种子发芽指数均明显提高。在整个发酵过程中,腐熟剂组的种子发芽指数均高于对照组,腐熟剂组堆肥发酵 30 d 后种子的发芽指数达到 71.32%,对照组在堆肥发酵后 35 d 种子发芽指数为 63.5%。表明在同样的发酵时间内,添加

腐熟剂可降低堆肥中毒性物质的毒害作用。

2.8 添加腐熟剂对鸡粪堆肥发酵结束后养分质量分数的影响

由表 1 可见,发酵结束后,腐熟剂组各种养分质量分数均优于对照组,全氮、全磷、全钾、有机质质量分数分别较对照组提高 0.37%,0.18%,0.23% 和 11.84%。表明添加腐熟剂更有利于提高堆肥的品质。

表 1 添加腐熟剂鸡粪在堆肥发酵结束后的养分质量分数

Table 1 Nutrient contents in the composted chicken manure supplemented with decomposing microbial inoculum after composting

处理 Treatment	全氮 Total nitrogen	全磷 Total phosphorus	全钾 Total potassium	有机质 Organic %
腐熟剂组	1.43	1.16	1.67	52.41
对照组	1.06	0.98	1.44	40.57

3 结论与讨论

鸡粪经堆肥发酵处理后,可以作为有机肥资源化利用,这可大大降低鸡粪对环境的污染。堆肥是以微生物为媒介的生物发酵过程,微生物的活动对堆肥物料的分解有重要作用,可影响堆肥的快速腐熟。本试验结果表明,添加腐熟剂使堆肥发酵温度迅速上升,且持续时间更长,对堆肥的发酵更有利;加入腐熟剂的堆肥水分蒸发快,pH 值更适宜微生物生长,缩短了堆肥的发酵周期,促进了堆肥的快速腐熟,在发酵过程中降低了物料的 pH 值,从而有利于鸡粪中氮素的保存,减少氨气的挥发和排放。腐熟剂中的微生物对堆肥中有机质的分解、氮素的固定和其他养分的保持起到了促进作用。鸡粪腐熟发酵工艺的产业化推广,可实现鸡粪资源的高效利用,有利于保护生态环境和促进农牧业的可持续发展。

参考文献

- 杨朝飞. 加强畜禽粪便污染防治迫在眉睫 [J]. 环境保护, 2001(2):32-35.
Yang C F. Pollution control of livestock breeding wastes is extremely urgent [J]. Environmental Protection, 2001(2):32-35. (in Chinese)
- 李万贵. 家禽粪便快速发酵腐熟新技术 [J]. 河北农业科技, 2007(1):26.
Li W G. The poultry feces rapid hair alcohol maturity of new technologies [J]. Hebei Agricultural Science And Technology, 2007(1):26. (in Chinese)
- 席北斗, 刘洪亮, 黄国华, 等. 复合微生物菌剂强化堆肥技术研究 [J]. 环境污染与防治, 2003, 25(5):262-264.
Xi B D, Liu H L, Huang G H, et al. Study on inoculation technology of complex microbial community for composting en-
- hancement [J]. Environmental Pollution And Control, 2003, 25(5):262-264. (in Chinese)
- 刘克峰. 不同微生物处理对猪粪堆肥质量的影响 [J]. 农业环境科学报, 2003, 22(3):311-314.
Liu K F. Effects of different microorganism consortiums on quality of composting pig-dung [J]. Journal of Agro-Environment Science, 2003, 22(3):311-314. (in Chinese)
- 庞金华, 程平宏, 余廷园, 等. 两种微生物制剂对猪粪堆肥的效果 [J]. 农业环境保护, 1998, 17(2):72-73.
Pang J H, Cheng P H, She T Y, et al. Effects of two microbial formulations on the compost of pig excrement [J]. Agro-environmental Protection, 1998, 17(2):72-73. (in Chinese)
- 沈根祥, 袁大伟, 凌霞芬, 等. Hsp 菌剂在牛粪堆肥中的试验应用 [J]. 农业环境保护, 1999, 18(2):62-64.
Shen G X, Yuan D W, Ling X F, et al. Application of Hsp microorganism used for composting of cow dung [J]. Agro-Environmental Protection, 1999, 18(2):62-64. (in Chinese)
- 李国学, 黄懿梅, 姜华, 等. 不同堆肥材料及引入外源微生物对高温堆肥腐熟度影响的研究 [J]. 应用与环境生物学报, 1999, 5(S1):139-142.
Li G X, Huang Y M, Jiang H, et al. Effect of different materials and inoculating microbes on compost maturity [J]. Chinese Journal of Applied & Environmental Biology, 1999, 5(S1):139-142. (in Chinese)
- 朴仁哲, 姜成, 金玉姬, 等. 微生物菌群对鸡粪堆肥腐熟中物质变化的影响 [J]. 湖北农业科学, 2006, 45(1):110-113.
Pu R Z, Jiang C, Jin Y J, et al. Effects of microbes community on the conversion of substances in chicken manure compost [J]. Hubei Agricultural Sciences, 2006, 45(1):110-113. (in Chinese)
- 任顺荣, 邵玉翠. 畜禽废弃物堆肥化过程中的腐熟度评价方法 [J]. 天津农业科学, 2005, 11(3):34-36.
Ren S R, Shao Y C. Maturity evaluation method of compost in the progress of animal waste composting [J]. Tianjin Agricultural Sciences, 2005, 11(3):34-36. (in Chinese)

(下转第 162 页)