

生物菌剂对烟用有机肥堆制腐熟的作用效果研究

尹永强¹, 韦峥宇¹, 何明雄¹, 韦建玉², 宁柳诚¹

(1. 广西壮族自治区烟草公司 河池市公司, 广西 河池 547000; 2. 广西中烟工业有限责任公司 技术中心, 广西 柳州 545005)

摘要: 主要研究了生物菌剂对烟用有机肥堆制腐熟指标变化的影响。结果表明, 随堆肥的腐熟, 添加生物菌剂处理堆温先升高至较高温度($> 50^{\circ}\text{C}$)后降低, 常规腐熟处理堆温基本保持不变; 相同腐熟时间内, 添加生物菌剂处理堆肥物料外观腐烂程度、碳氮比下降速度、硝态氮含量升高幅度、腐殖化指数和种子发芽指数上升速度均高于常规腐熟处理。添加生物菌剂进行烟用有机肥堆制仅 28 d 即达到安全施用要求。与常规腐熟处理相比, 添加生物菌剂能明显缩短堆肥腐熟时间, 提高堆肥腐熟质量。

关键词: 堆肥; 生物菌剂; 腐熟

中图分类号: S141.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-3268(2010)04-0043-07

Effect of Microorganism Inoculants on Manure Composting for Tobacco Planting

YIN Yong-qiang¹, WEI Zheng-yu¹, HE Ming-xiong¹, WEI Jian-yu², NING Liu-cheng¹

(1. Hechi Filiale of Guangxi Tobacco Corporation, Hechi 547000, China;

2. Technical Center of Guangxi Tobacco Industry Corporation, Liuzhou 545000, China)

Abstract: The effects of microorganism inoculants application on index of composting were studied in present paper. The results showed composting temperature increased at first ($> 50^{\circ}\text{C}$) and then decreased with the application of microorganism inoculants, whereas composting temperature of conventional composting changed little. The decay degree in composting materials, the reduction of carbon/nitrogen ratio, the addition of $\text{NO}_3^+ - \text{N}$ content, the increase of humus index and seed germination index were strengthened by the application of microorganism inoculants. Manure composting could reach the requirement of fertilize after 28 days of the composting period when applying the microorganism inoculants. The application of microorganism inoculants could improve the composting process and its quality.

Key words: Manure; Microorganism inoculants; Composting

烟田合理施用有机肥能改善烟田土壤理化性状, 均衡烟株营养供应, 从而达到提高烟叶品质, 改善烟叶香气质量的目的^[1-7]。但未腐熟的有机肥料施入土壤, 会引起微生物的剧烈活动导致氧的缺乏, 从而形成厌氧环境, 产生大量中间代谢产物, 如有机酸、 NH_3 、 H_2S 等有害物质, 这些物质会严重毒害烟株根系, 影响烟株正常生长^[8]。同时, 施用未腐熟的

有机肥料还可能导致养分释放延迟, 造成烟株后期贪青晚熟, 对烟叶品质产生不利影响。

堆肥是处理有机肥料的主要方式之一, 堆肥过程中, 发生大量的生物化学变化, 以达到无害化和充分腐熟的目的。但由于堆肥物料成分各不相同, 有关堆肥腐熟程度和时间的研究结论不尽一致^[9, 10]。传统的堆肥化处理存在着堆制周期长、堆制质量差、

收稿日期: 2009-10-28

基金项目: 中国烟草总公司广西壮族自治区公司“烟草有机肥腐熟技术与推广”项目

作者简介: 尹永强 (1979-), 男, 河南息县人, 硕士, 主要从事烟叶生产和科研工作。

腐熟不充分的弊端,如何提高堆肥腐熟效果是堆肥化处理中的关键问题之一。本试验主要研究了生物菌剂对烟用有机肥堆制腐熟指标变化的影响,旨在为合理制备烟用有机肥提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 供试材料

供试堆肥材料为当地牛栏粪,主要组成成分为牛粪和稻草,其比例为2.2:1.0(干质量),堆制前堆体材料含水量为63%,碳氮比为34.9;供试生物菌剂为HM腐熟剂(烟草专用),由河南鹤壁恒隆态废弃物资源化技术有限公司生产。

1.2 试验设计

试验共设2个堆肥处理,分别为常规堆肥和添加生物菌剂堆肥。其中添加生物菌剂堆肥处理按照厂家产品使用说明进行堆肥操作,堆体规格为长2.0m、宽1.5m、高1.0m,堆体底部采用木棍架空,上部采用稻草覆盖,保持堆体上下通风,以保证生物菌剂(好氧性菌剂)有良好的作用环境。

1.3 测定项目和方法

1.3.1 取样 堆制期间每3d在堆体相同部位取样一次。样品共分为两部分,一部分鲜样在取样后立即进行发芽指数检测,另一部分风干保存,用于堆肥成分检测。

1.3.2 温度 堆制后每天定时(11:00)记载堆体相同部位温度,并同时测定环境温度。

1.3.3 化学成分 由广西大学农学院农业资源与环境实验室测定。

1.3.4 发芽指数 取20g鲜样加入200mL蒸馏水,充分振荡,30℃下浸提一昼夜,过滤。吸取6mL滤液,加入铺有滤纸的培养皿中,每个培养皿点播20粒鲁白6号大白菜种子,放置在(20±1)℃培养箱中培养,第24小时测种子发芽率及发芽指数(GI),每个处理3次重复,以蒸馏水为对照。

$$GI = \frac{\text{堆肥浸提液种子发芽率} \times \text{种子根长}}{\text{蒸馏水种子发芽率} \times \text{种子根长}} \times 100\%$$

2 结果与分析

2.1 生物菌剂对有机肥堆制腐熟过程中堆体外观性状的影响

堆肥开始前,堆体整体外观颜色呈黄褐色,堆体内部含有较多黏结成块的黄色粪团,能够明显看出稻草,气味较臭并有较多蚊虫。堆制6d后,常规腐熟处理堆体整体颜色仍为黄褐色,堆体表现较为紧实,堆体物料较为黏结,手搓后难以分离,堆体内

有明显的稻草存在,无菌丝分布,臭味较浓,堆体表面有较多的蚊虫。添加生物菌剂处理堆体颜色呈黑褐色,并有少部分黄色,堆体内部有少量粪团和稻草,但粪团表面和稻草已呈黑褐色,堆体表现较为蓬松,手搓物料能够分离,堆体内有菌丝分布,稍有臭味,堆体表面无蚊虫。堆制25d左右,常规腐熟处理堆体颜色呈黄褐色,并有部分黄色粪团和稻草存在,手搓秸秆不易断,无菌丝分布,臭味较浓,堆体表面仍有蚊虫出现;添加生物菌剂处理堆体颜色为黑褐色,无黄色粪团存在,稻草已腐烂,手搓即断,堆体内有大量菌丝分布,臭味消失,堆体表面无蚊虫出现。堆制40d左右,常规腐熟处理堆体颜色呈褐色,仍有部分黄色粪团和稻草存在,臭味较浓,堆体表面有较多的蚊虫;添加生物菌剂处理堆体颜色呈黑褐色,堆体较为松散,无粪团和稻草存在,无臭味和蚊虫出现。

2.2 生物菌剂对有机肥堆制腐熟过程中堆体温度的影响

对于堆肥而言,温度是影响微生物活动和堆肥进程的重要因素之一^[8]。本试验堆制过程中堆体温度变化如图1所示。堆制期间,外界环境温度在11~31℃波动,温度稳定在15~25℃的时间占总堆制时间的78%。一般而言,堆肥过程中堆体温度变化主要有3个阶段,即升温阶段、高温阶段和冷却后熟阶段^[11]。高温阶段是堆肥化处理的关键阶段,大部分有机物在此过程中氧化分解,堆肥物料中几乎所有的病原微生物在此过程中被杀死而达到稳定化。从图1可以看出,堆制第1天,各堆体温度与外界环境温度相当。经过2~3d,添加生物菌剂处理堆体温度迅速上升至56℃,并维持55℃以上15d,维持50℃以上20d,高温阶段持续时间较长,符合粪便无害化卫生标准(GB7959—1987)要求。之后堆体温度下降至50℃以下;至堆制第33天,堆体温度下降至40℃以下。粪便无害化卫生标准(GB7959—1987)要求,当高温堆肥堆温下降至40℃以下时,表征堆肥已达到腐熟状态,即添加生物菌剂进行堆肥处理在堆制33d时即达到腐熟标准。

常规腐熟处理在整个堆制过程中堆体内未出现高温阶段(>50℃),堆体温度始终维持在17~30℃,平均较外界环境温度仅高出4℃左右。由于堆温过低,且无高温阶段,因此堆肥腐熟时间延长,且未能达到粪便无害化卫生标准要求。

2.3 生物菌剂对有机肥堆制腐熟过程中碳氮比变化的影响

堆肥腐熟过程中,堆肥材料中的有机物质被微

生物分解为 CO₂ 和 H₂O 挥发至空气中,碳素含量逐渐减少,堆肥腐熟程度不断提高^[12]。从图 2 可以看出,堆肥过程中,堆体全碳含量呈持续下降趋势。常规腐熟处理和添加生物菌剂处理在堆制结束前后全碳含量分别减少 13.0%和 13.1%。堆肥前期是

有机物质分解的关键期,堆制前 10 d 内,添加生物菌剂处理全碳含量下降了 7.5%,常规腐熟处理下降了 4.8%。堆肥前期,添加生物菌剂处理全碳下降幅度大于常规腐熟处理,表明其堆肥材料中的有机物质分解较快。

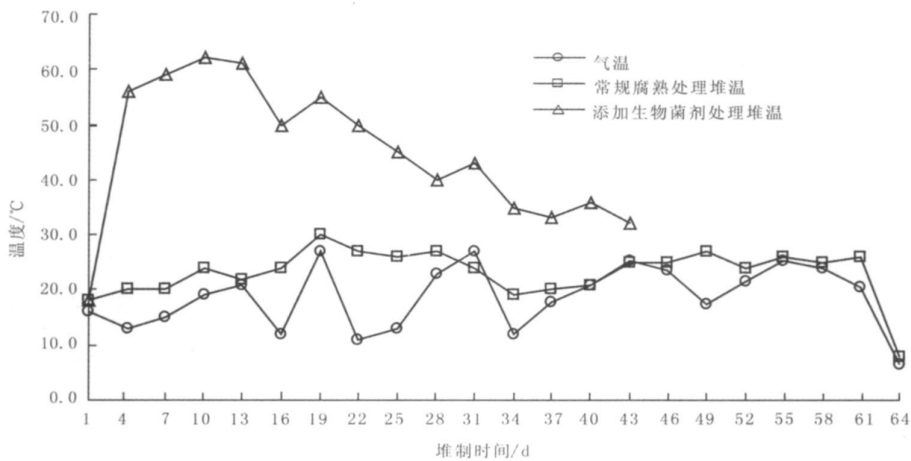


图 1 有机肥堆制腐熟过程中堆体温度的变化

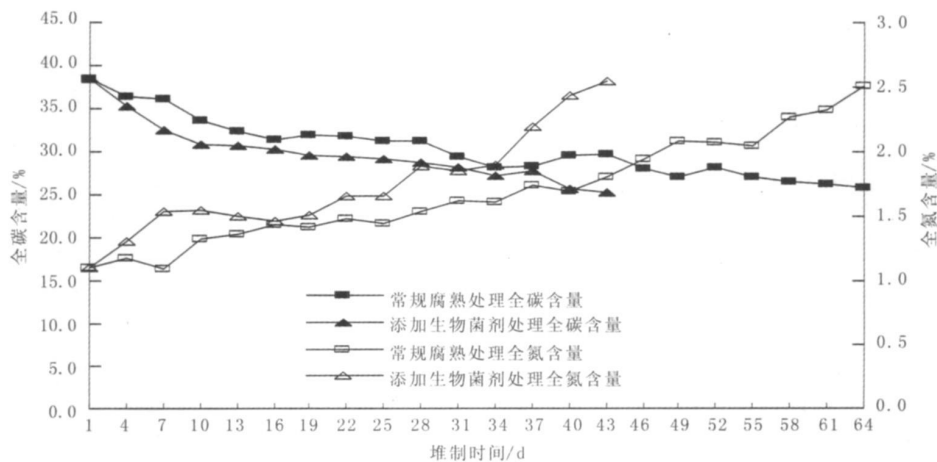


图 2 有机肥堆制腐熟过程中全碳和全氮含量的变化

两处理全氮含量在堆制结束后均有增加,在相同堆制时间内,添加生物菌剂处理全氮含量增加幅度均大于常规腐熟处理。本试验研究结果与相关研究结论相悖^[9, 12]。理论上,由于有机氮的矿化和氨的挥发以及硝态氮的硝化作用造成氮素有一定的损失。本研究结果却是全氮含量在堆制过程中呈现增加趋势。原因可能是牛粪中复杂的含氮有机物矿化速度缓慢,而且堆肥材料中碳氮比(34.9)较高,在堆制过程中形成较多的腐殖质,对铵态氮起到了较强的固定作用^[13],从而降低了氮素的挥发损失,当其他易挥发物质损失总量大于氮素损失量时,全氮相对含量呈现增加趋势。

碳氮比是反映堆肥腐熟程度的理想指标之一^[14]。随堆体材料的不断分解,碳氮比在堆制过程中呈现明显的下降趋势(图 3)。其中常规腐熟处理碳氮比呈持续下降趋势,至堆制 64d 时,碳氮比由 34.9 下降至 10.3。添加生物菌剂处理明显加速了堆制前期碳氮比下降速度,在堆制 7 d 时,碳氮比下降了 13.8,而常规腐熟处理仅下降了 4.1。堆制 28d 时,添加生物菌剂处理碳氮比已下降至 15.2。有研究表明,堆肥堆制过程中碳氮比下降至 16 以下,说明堆肥已达到腐熟要求^[15]。常规腐熟处理碳氮比下降至 16 以下需堆制 46d 以上,而添加生物菌剂处理较常规腐熟处理提前了 18d。

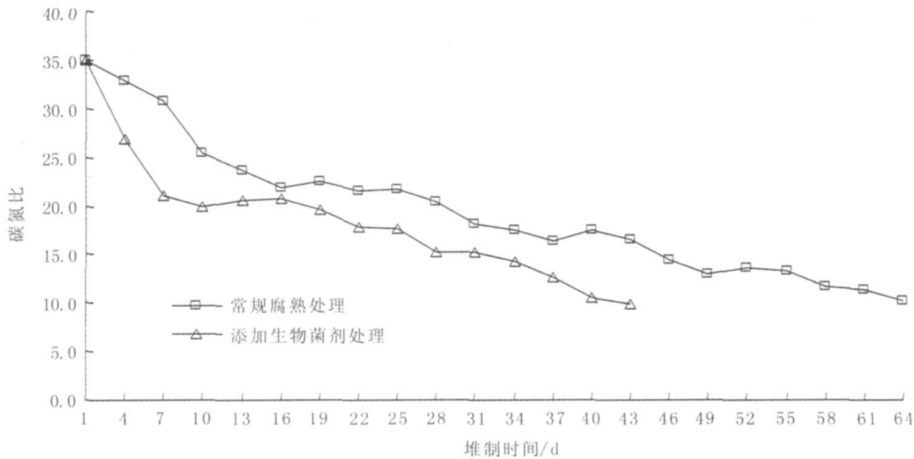


图 3 有机肥堆制腐熟过程中碳氮比的变化

2.4 生物菌剂对有机肥堆制腐熟过程中含氮组分含量的影响

堆肥过程中,堆体材料中有机氮不断矿化,速效氮含量上升(图 4)。常规腐熟处理速效氮含量呈持续上升趋势,至堆制 64d 时,速效氮含量增加 376.2 mg/kg。添加生物菌剂处理在堆制 22d 前速效氮含量缓慢上升,堆制 25d 时上升速度加快,至堆制 40d 时,速效氮含量较堆制前增加 535.0 mg/kg,而常规腐熟处理仅增加 170.3 mg/kg。

在堆制过程中,铵态氮呈现前期升高、后期下降趋势(图 5)。堆肥初期,大量有机物质分解,转化为无机态氮,无机铵态氮在氨化细菌作用下进一步转化为 NH_3 。因此,堆肥初期铵态氮含量呈现直线上升趋势,其中常规腐熟处理铵态氮含量在堆制 25d 时达到最高值,由堆制前的 52.6 mg/kg 上升至 185.5 mg/kg。相对于常规腐熟处理,添加生物菌剂处理堆体温度较高,氨化细菌较为活跃,有机氮的矿化产物主要以铵态氮形式存在,因此添加生物菌剂处理堆制前期铵态氮含量上升较快,在堆制 13d 上达到最高值 180.9 mg/kg。堆制后期随着堆体温度

的不断降低,硝化细菌活跃,铵态氮不断被硝化,造成其含量不断下降,其中常规腐熟处理呈现持续下降趋势,添加生物菌剂处理在堆制 13~19d 迅速下降,之后趋于平稳。

硝态氮含量在堆制过程中一直呈上升趋势(图 6)。在堆制前期升高幅度较小,后期随着硝化细菌的快速生长和大量繁殖,大量铵态氮不断转化为硝态氮。根据黄国锋等^[16]的研究结果,当堆肥中硝态氮含量开始迅速升高时,表明堆肥已经经过强烈的高温阶段,达到了腐熟要求。从图 6 可以看出,添加生物菌剂处理硝态氮含量在堆制 28d 时开始迅速上升,而常规腐熟处理在堆制 55d 时开始迅速上升,添加生物菌剂能明显加快堆肥腐熟进程。同时,堆制前期部分铵态氮除部分被微生物同化为有机态氮和硝态氮外,大部分未被转化的铵态氮在偏碱性环境中以气态挥发,造成堆肥氮素损失,形成恶臭气味^[17]。因此,堆制前期促进铵态氮向硝态氮转化是控制臭味产生和降低氮素损失的关键所在。相对于常规腐熟处理,添加生物菌剂处理能促进氮素形态由铵态氮向硝态氮转化,降低氮素损失(图 4-6)。

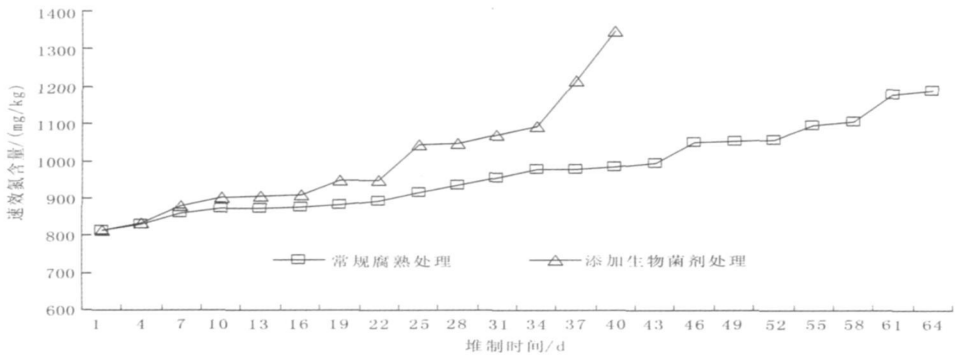


图 4 有机肥堆制腐熟过程中速效氮含量的变化

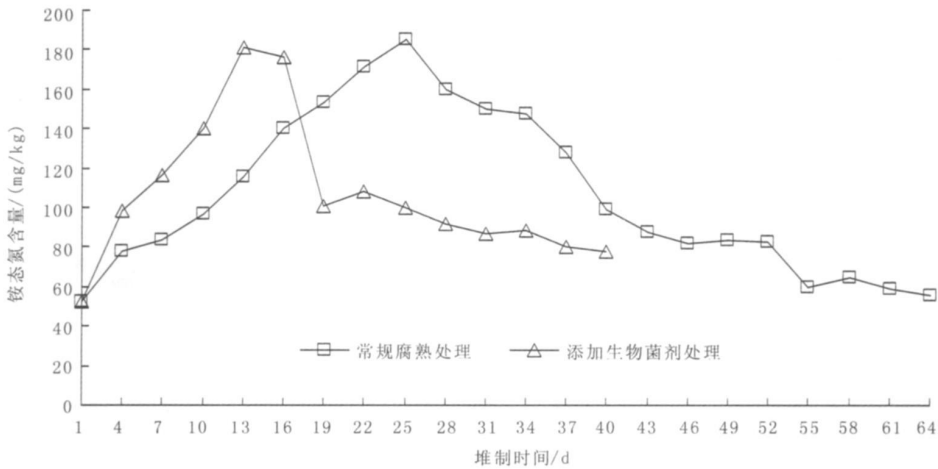


图 5 有机肥堆制腐熟过程中铵态氮含量的变化

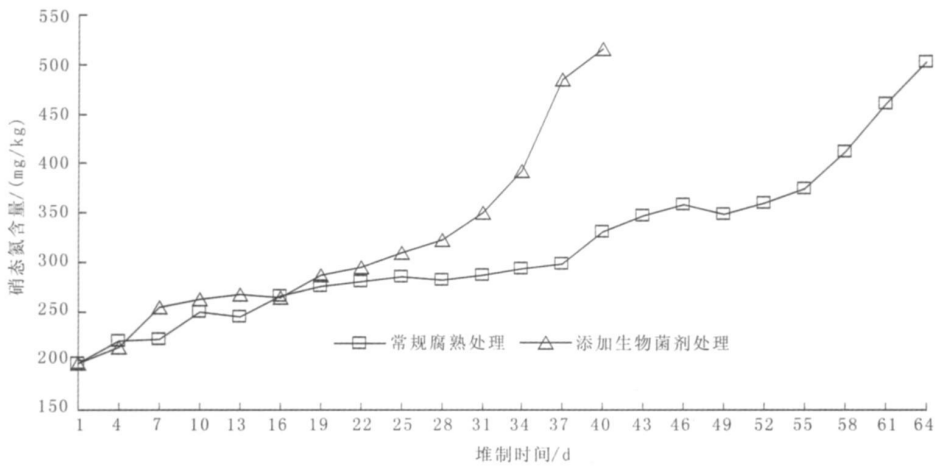


图 6 有机肥堆制腐熟过程中硝态氮含量的变化

2.5 生物菌剂对有机肥堆制腐熟过程中腐殖化进程的影响

堆肥过程中可产生大量稳定的腐殖质, 胡敏酸(HA)和富里酸(FA)是腐殖质的重要组成部分, 对腐殖质的质量起着决定作用。新鲜堆肥中含有较低含量的HA和较高含量的FA。由于FA类物质分子量相对较小, 分子结构简单, 在堆肥过程中, 一部分可能被微生物分解, 而另一部分则通过转化形成分子量较大、结构复杂的HA类物质。因此堆肥化过程中, HA含量上升, FA含量下降, 这种变化表明了堆肥的腐殖化和腐熟化过程。从图7可以看出, 堆制前10d, 常规腐熟处理腐殖酸和FA含量变化幅度较添加生物菌剂处理大; 堆制后期添加生物菌剂处理变幅较大。

HA与FA比值即腐殖化指数(HI)是反映堆肥腐熟程度的重要指标。堆肥过程中, HI值随堆肥进

程不断升高。据报道^[18], 当堆体HI值达到1.4以上, 即表征堆肥已经达到腐熟状态。由图8可以看出, 当HI值达到1.4以上时, 常规腐熟处理和添加生物菌剂处理所需腐熟时间分别为61d和34d。添加生物菌剂处理能明显加快有机肥腐熟进度。

2.6 生物菌剂对有机肥堆制腐熟过程中白菜种子发芽指数的影响

考虑到堆肥腐熟度的实用性, 植物生长试验应是评价堆肥腐熟度的最终和最具说服力的方法^[19]。植物发芽试验更符合植物生长对堆肥腐熟程度的要求, 当堆体发芽指数达到80%时, 即表明堆肥已达到腐熟标准^[20]。从图9可以看出, 常规腐熟处理在本试验堆制结束时(堆制64d)发芽指数仅达到75%左右, 而添加生物菌剂处理在堆制28d时发芽指数就已达到80%以上, 并保持稳定, 相对于常规腐熟处理提前了35d以上。

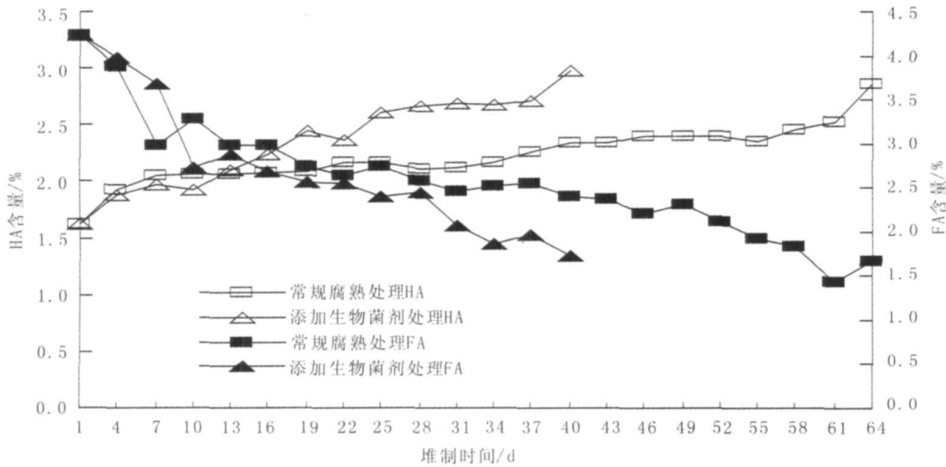


图 7 有机肥堆制腐熟过程中 HA 和 FA 含量的变化

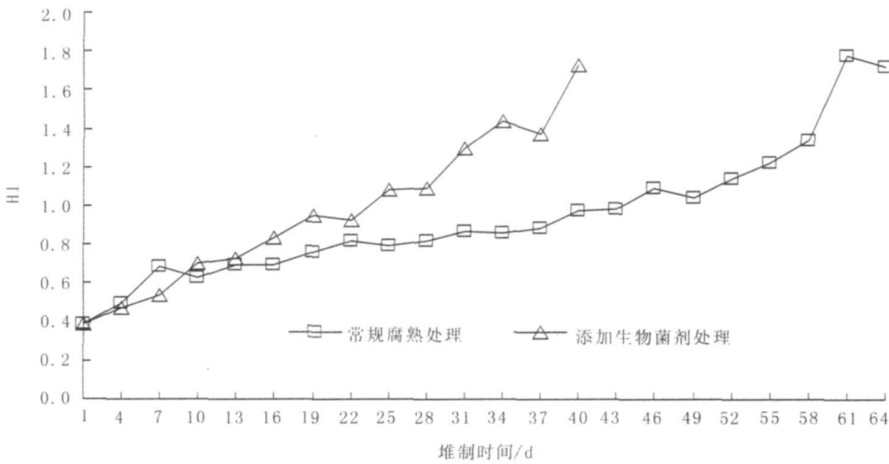


图 8 有机肥堆制腐熟过程中 HI 的变化

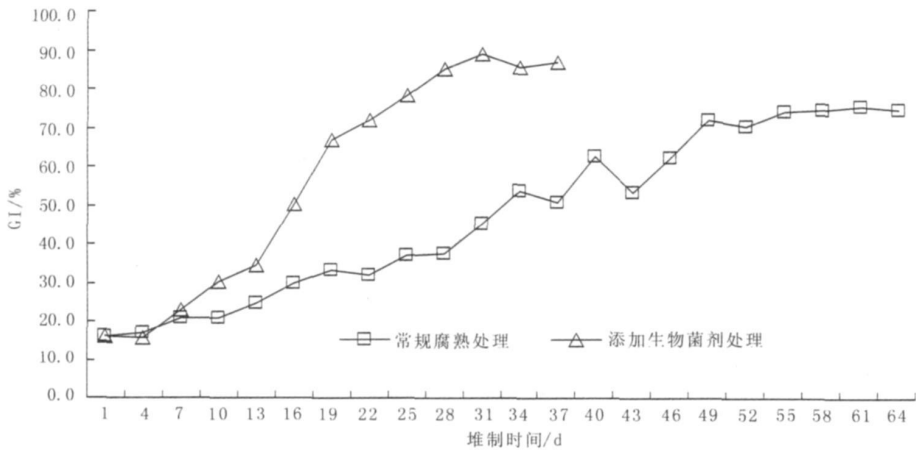


图 9 有机肥堆制腐熟过程中白菜种子 GI 的变化

3 小结与讨论

3.1 生物菌剂(HM 腐熟剂)使用效果

本试验结果表明,在堆肥中添加生物菌剂能明

显提高堆肥温度,并维持较长时间的高温阶段,为堆肥腐熟创造了良好的腐熟条件;同时,添加生物菌剂能加速有机物料的腐解,产生较多的有效养分,减少氮素损失。因此,添加生物菌剂在缩短腐熟时间、提

高腐熟质量等方面具有显著的效果,宜在生产中大面积推广。

3.2 堆体腐熟时间要求与外观描述

本试验结果表明,常规腐熟处理达到堆肥腐熟的时间在 64 d 以上,而添加生物菌剂处理在堆制 28 d 时即达到堆肥腐熟要求。堆肥达到腐熟要求时堆体温度和外观表现为:堆体经历 7~10 d 高温阶段(50℃以上)后堆温下降至 40℃,堆体颜色变为黑褐色,无黄色粪团存在,稻草已腐烂,手搓即断,臭味消失,堆体表面无蚊虫出现。

3.3 建议

生物菌剂在堆肥生产中具有显著的促腐作用,可在生产中推广使用。河池烟区堆肥材料一般为牛栏粪,堆肥材料中已含有部分稻草,并且堆肥物料在牛圈中已得到了部分腐熟。鉴于堆肥物料中稻草含量的不同和前期堆肥腐熟程度不同,建议在生产中添加生物菌剂进行堆肥腐熟的时间不少于 30 d,常规腐熟时间必须在 60 d 以上达到堆肥腐熟外观性状要求时方可施用。同时视堆体中稻草含量和堆制气温环境适当增加生物菌剂用量、延长腐熟时间,以达到彻底腐熟的效果。

参考文献:

[1] 黄元炯,张毅,张翔,等.腐殖酸和饼肥对土壤微生物和烤烟产质量的影响[J].中国烟草学报,2008,14(增刊):25-28.

[2] 冯国胜.活化有机肥对烟草根系生长和根际土壤微生物数量的影响[J].河南农业科学,2009(11):69-72.

[3] 张延军,文俊,黄平俊,等.配施芝麻饼肥对烤后烟叶主要挥发性香气物质含量的影响[J].郑州轻工业学院学报:自然科学版,2008,23(2):30-33.

[4] 王永,叶协锋,谢小波,等.翻压绿肥对烤烟叶片有机酸含量的影响[J].河南农业科学,2009(1):34-38.

[5] 叶协锋,凌爱芬,喻奇伟,等.活化有机肥对烤烟生理特性和品质的影响[J].华北农学报,2008,23(5):190-193.

[6] 王岩,刘国顺.不同种类有机肥对烤烟生长及其品质的影响[J].河南农业科学,2006(2):81-84.

[7] 陈铭坚.有机肥不同施用量对烤烟产量的影响[J].现代农业科技,2009(9):174-175.

[8] 李国学,张福锁.堆肥化与有机复混肥生产[M].北京:化学工业出版社,2000:135-148.

[9] 鲍艳宇,周启星,颜丽,等.鸡粪堆肥过程中各种氮化合物的变化及腐熟度评价指标[J].农业环境科学学报,2007,26(4):1532-1537.

[10] 薛智勇,王卫平,朱凤香,等.复合菌剂和不同调理剂对猪粪发酵温度及腐熟度的影响[J].浙江农业学报,2005,17(6):354-358.

[11] 沈其荣,谭金芳,钱晓晴.土壤肥料学通论[M].北京:高等教育出版社,2001:272-273.

[12] 李吉进,郝晋珉,邹国元,等.高温堆肥碳氮循环及腐殖质变化特征研究[J].生态环境,2004,13(3):332-334.

[13] Sugahara K, Inoko A. Composition analysis of humus and characterization of humic acid obtained from city refuse compost[J]. Soil Science and Plant Nutrition, 1991, 27: 213-224.

[14] 李承强,魏源送,樊耀波,等.堆肥腐熟度的研究进展[J].环境科学进展,1999,7(6):1-12.

[15] Garcia C, Costa H F, Yuoso M A. Evaluation of the maturity of municipal waste composting simple chemical parameters[J]. Common Soil Plant Anal, 1992, 23(13/14): 1501-1512.

[16] 黄国锋,钟流举,张振钊,等.有机固体废弃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.

[17] 赵京普,姚政.微生物制剂促进鸡粪堆肥腐熟和臭味控制的研究[J].上海农学院学报,1995,13(3):193-197.

[18] Hue N V, Liu J. Predicting compost stability[J]. Compost Science & Utilization, 1995, 3(2):8-15.

[19] Tiquia S M, Tam N F Y. Elimination of phytotoxicity during co-composting of spent pig-manure sawdust litter and pig sludge[J]. Bioresource Technology, 1998, 65: 43-49.

[20] Zucconi F, Pera A, Forte M, et al. Evaluating toxicity of immature compost[J]. Biocycle, 1981, 22: 54-57.