

刘保伟,卜崇兴,刘慧英,等. 不同发酵菌剂对玉米芯堆肥发酵过程中理化性质的影响[J]. 江苏农业科学,2014,42(8):334-336.

不同发酵菌剂对玉米芯堆肥发酵过程中理化性质的影响

刘保伟^{1,2}, 卜崇兴^{1,2}, 刘慧英¹, 李文杰³

(1. 石河子大学农学院,新疆石河子 832003; 2. 上海孙桥农业技术有限公司,上海 201210;

3. 新疆吐鲁番地区农业技术推广中心,新疆吐鲁番 838000)

摘要:以玉米芯为发酵原料,研究 EM 酵素菌(T_1)、有机物料腐熟剂(T_2)、金宝贝菌剂(T_3)3 种菌剂处理下玉米芯基质的理化性质变化。结果表明:发酵结束后,各处理发酵基质的物理性质均接近栽培基质的要求,其中以 T_1 (添加 EM 酵素菌)处理的电导率值最低,pH 值最高且接近中性;各处理的 T 值均低于 0.6,其中以 T_1 处理的 T 值最小,其次为 T_2 、 T_3 处理;3 种发酵菌剂均能不同程度缩短发酵时间,其中以 T_1 处理的效果最好。整体试验结果表明,添加不同发酵菌剂处理,对提高发酵过程中的温度有一定帮助,其中 EM 酵素菌的效果最优。

关键词:玉米芯;发酵;菌剂;理化性质

中图分类号: S141.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2014)08-0334-03

育苗及栽培基质能为植株提供稳定而协调的水、气、肥,以及结构的生长介质^[1-2],是无土育苗及无土栽培的重要组成部分。近年来,随着设施农业及穴盘育苗技术的迅猛发展,对基质的需求也急剧上升。在当前工农业生产中,各种工农业有机废弃物排放量日趋增加,给环境造成了巨大压力,而大量被抛弃或被燃烧的有机废弃物经过一定的加工处理后可作为良好的环保型无土栽培有机基质。基于环境保护和为市场提供质优价廉的本土化基质的目的,利用有机固体废弃物生产多样化、无害化的栽培基质,实现自然资源的循环利用是栽培基质选材的方向,也是近年来研究的热点。

目前,国内外在有机废弃物的有效利用研究中,主要通过高温好氧堆肥化处理,使堆肥原料中的不稳定有机物经过一段时间生物氧化和腐熟,形成性质稳定、对农作物无害的堆肥产品^[3-4]。但堆肥速度与质量因基质种类、发酵条件(发酵微生物、基质碳氮比、含水量、含氧量等)而不同^[4-6],其中微生物菌种的选择是影响堆肥速度与质量的重要因素。

玉米芯是玉米脱粒后的废弃物,开发玉米芯作为无土栽培基质,将对资源的综合利用和地方经济的发展起很大的作用。新疆是重要的玉米制种基地,每年可产生上百万吨玉米

芯。因此,本试验旨在开展不同发酵菌剂对玉米芯堆肥发酵过程中理化性状的影响研究,探讨玉米芯育苗基质生物发酵生产的关键技术,为研制开发适合蔬菜育苗的优质、廉价的本土化育苗基质提供技术支持。

1 材料与方法

1.1 试验材料

以玉米芯为试验材料。采用的 3 种发酵菌剂为市售,分别为 EM 酵素菌(河南磐龙酵素菌生物工程有限公司)、有机物料腐熟剂(北京世纪阿姆斯生物技术有限公司)、金宝贝菌剂(北京华夏康源科技有限公司)。

1.2 试验方法

试验于 2011—2012 年在石河子大学农学院的综合试验站进行。试验采用堆肥化腐熟处理,堆置前将玉米芯粉碎至 0.3~0.5 cm,并在玉米芯中添加羊粪、尿素、水等配料以调节碳氮比至适宜的水平(30:1);同时应控制总物料的含水量为 50%~60%,将预培养的菌剂均匀地与玉米芯基质充分混合。试验共设表 1 中的 4 个处理,以不添加发酵菌剂的处理为对照(CK)。随机区组设计,重复 3 次。堆体直径约 1.5 m,高 0.8 m,堆体上覆盖塑料薄膜进行发酵。堆肥发酵期间,于每天 14:00 观察堆体温度,待堆体温度达到 65℃左右时及时翻堆并调整水分含量在 50%~60%。试验期间共取样 4 次,依次为发酵后 0、10、20、30 d,取各处理堆体中心部位处 100 g 基质作为样品,使其自然风干后进行理化性质的测定。待堆体温度与环境温度基本一致、发酵物料变成深褐色、无恶臭味时结束试验。

收稿日期:2013-10-28

基金项目:人力资源与社会保障部留学人员科技活动择优资助项目(编号:2011LX002);新疆生产建设兵团农业类产学研重大专项(编号:2010ZX04-5)。

作者简介:刘保伟(1985—),男,山东菏泽人,硕士研究生,主要从事设施园艺栽培学研究。E-mail:liubaowei@soilless.cn。

通信作者:卜崇兴,男,宁夏六盘山人,博士,研究员,从事无土栽培与设施园艺研究。E-mail:cxbu66@126.com。

[7]党小虎,刘国彬,孟文文,等. 基于虚拟水的小流域综合治理水资源响应[J]. 人民黄河,2013,35(3):55-57,83.

[8]傅春,欧阳莹,陈炜. 环鄱阳湖区水足迹的动态变化评价[J]. 长江流域资源与环境,2011(12):1520-1524.

[9]邱化蛟,程序,常欣,等. 北京市水资源状况分析[J]. 北京农学院学报,2004,19(4):4-9.

[10]吴燕,王效科,逯非. 北京市居民食物消耗生态足迹和水足迹[J]. 资源科学,2011,33(6):1145-1152.

[11]易丹辉. 数据分析与 EViews 应用[M]. 北京:中国人民大学出版社,2008:103-106.

[12]Enders W. 应用计量经济学时间序列分析[M]. 北京:高等教育出版社,2006:350-362.

表 1 不同发酵菌剂的试验处理

处理	基质	EM 酵素菌 (%)	有机物料腐熟剂 (%)	金宝贝菌剂 (%)
T ₁	玉米芯	2	0	0
T ₂	玉米芯	0	2	0
T ₃	玉米芯	0	0	2
空白对照 (CK)	玉米芯	0	0	0

1.3 测定项目及方法

1.3.1 堆体温度的测定 堆体温度的测定时间为每天 14:00,以堆体中部偏上位置作为测定点,用深圳华谊仪表有限公司生产的 Ms-6501 型温度测定仪测定堆体温度。

1.3.2 基质基本物理性质的测定 基质基本物理性质的测定包括容重、持水孔隙度、通气孔隙度、总孔隙度、大小孔隙比。将玉米芯装入容积 (V) 已知的容器中,向其中加水至饱和状态,分别称量饱和水状态下的玉米芯质量 m_1 ,24 h 后的玉米芯质量 m_2 、风干后的玉米芯质量 m_3 、烘干玉米芯质量 m_4 。容重、吸湿水、持水孔隙度、总孔隙度、通气孔隙度、大小孔隙比的计算方法分别为:

容重 = m_4/V ;

吸湿水含量 = $(m_3 - m_4)/m_4 \times 100\%$;

持水孔隙度 = $(m_2 - m_4)/V \times 100\%$;

总孔隙度 = $(m_1 - m_4)/V \times 100\%$;

通气孔隙度 = 总孔隙度 - 持水孔隙度;

大小孔隙比 = 通气空隙/持水空隙^[7]。

1.3.3 基质化学性质的测定 pH 值和电导率 (EC 值) 的测定方法为:将干基质与蒸馏水以 1 g:5 mL 的比例混合,充分振荡,24 h 后取滤液,测定 pH 值和电导率。用 PD-501 型便携式多功能测量计测定 pH 值和电导率。碳氮比的测定:分别用重铬酸钾容量法、微量凯氏定氮法测定碳、氮的总量,然后计算碳氮比及 T 值,T 值计算公式为:

$T = \text{终点碳氮比} / \text{初始碳氮比}$ 。

1.4 数据处理

采用 Microsoft Excel 2003 和 DPS 7.5 软件进行数据处理,并对差异显著的指标进行 Duncan's 多重比较。

2 结果与分析

2.1 不同处理玉米芯基质发酵过程中温度的变化

从图 1 可以看出,每个处理的发酵过程中的温度变化趋势均依赖于外界环境温度的变化,并与环境温度的变化表现大致相同。在发酵期间,各处理温度均高于环境温度;在发酵的最后 7 d,温度开始下降,且略高于环境温度,表明发酵已基本完全。与对照相比,添加不同发酵菌剂处理的温度普遍更高,但是由于各处理添加的发酵菌剂不同,玉米芯堆肥发酵的温度升高幅度表现出一定的差异。

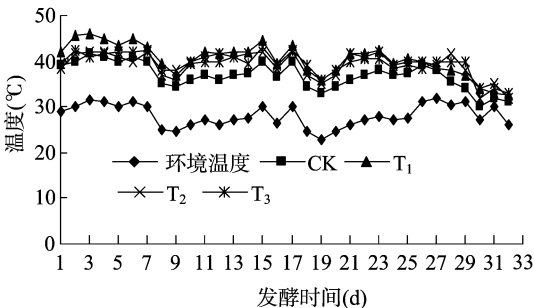


图 1 不同处理的温度变化情况

对最高发酵温度和高温持续时间进行比较,结果可知, $T_1 > T_3 > T_2 > CK$ 。说明添加不同发酵菌剂处理可以提高发酵过程中的温度,从而促进腐熟;以 T_1 处理效果最好, T_2 和 T_3 处理间的差异并不明显。

2.2 不同处理玉米芯基质发酵过程中物理性质的变化

一般认为,理想基质的物理性质为:容重范围为 0.1 ~ 0.8 g/cm³,最佳容重为 0.5 g/cm³,总孔隙度 > 75%,持水孔隙 > 60%,大小孔隙比率在 25% ~ 67% 之间^[8]。

由表 2 中各处理基质的物理性状变化可以看出,随着发酵时间的延长,基质的容重、吸湿水含量、通气孔隙度、大小孔隙比基本上呈增大趋势,持水孔隙度呈减小趋势。当发酵结束以后,容重均小于理想范围,总孔隙度在理想范围内,但数值偏大。与对照相比,容重、总孔隙度、通气孔隙、大小孔隙比高于对照,而吸湿水含量、持水孔隙度均低于对照。

表 2 不同菌剂处理下玉米芯发酵过程中物理性质的变化

处理	容重 (g/cm ³)			总孔隙度 (%)			持水孔隙度 (%)		
	10 d	20 d	30 d	10 d	20 d	30 d	10 d	20 d	30 d
T ₁	0.312a	0.335a	0.403a	78.39c	80.13b	71.37c	61.77c	57.87cb	49.26c
T ₂	0.278b	0.292b	0.348b	91.26a	80.69b	82.91b	72.12a	59.43b	59.82b
T ₃	0.281b	0.304b	0.307cb	92.11a	86.04a	86.93a	71.93a	60.97b	60.13b
CK	0.221c	0.253c	0.287c	84.10b	80.15b	85.20a	75.21b	70.79a	68.90a

处理	吸湿水含量 (%)			通气孔隙度 (%)			大小孔隙比 (%)		
	10 d	20 d	30 d	10 d	20 d	30 d	10 d	20 d	30 d
T ₁	39.35b	43.59b	47.18a	16.62b	22.26b	22.11b	26.91b	38.47a	44.88a
T ₂	41.28b	36.10c	30.16c	19.14a	21.26b	23.03b	26.54b	35.77b	38.50b
T ₃	32.07c	30.88d	31.34c	20.18a	25.07a	26.80a	28.06a	41.12a	44.57a
CK	50.33a	48.59a	35.30b	8.89c	9.36c	16.30c	12.05c	13.22c	24.79c

注:同列数据后标有不同小写字母者表示差异显著 ($P < 0.05$)。表 3 同。

对添加不同发酵菌剂处理的基质发酵过程中的物理性质进行比较可见,30 d 时容重由大到小排序为 $T_1 > T_2 > T_3 >$

CK,其中以 T_1 更接近最佳值;吸湿水含量由大到小排序为 $T_1 > CK > T_3 > T_2$;总孔隙度由大到小排序为 $T_3 > CK > T_2 >$

T₁,其中 T₂ 更接近于理想值;持水孔隙由大到小排序为 CK > T₃ > T₂ > T₁,其中 T₃ 更接近于理想值;通气孔隙由大到小排序为 T₃ > T₂ > T₁ > CK;大小孔隙比由大到小排序为:T₁ > T₃ > T₂ > CK。

2.3 不同处理玉米芯基质发酵过程中化学性质的变化

一般认为理想基质的 pH 值范围为 6 ~ 8^[9],电导率 <2.6 mS/cm^[10]。

由表 3 可知,4 个处理在发酵过程中基质的 pH 值呈下降趋势,而电导率均呈上升趋势。发酵后 30 d,4 个处理的 pH

值在 6.15 ~ 6.65 之间,呈微酸性,均在理想范围内,4 个处理 pH 值由大到小排序为 T₁ > T₂ > T₃ > CK。在发酵后 30 d,4 个处理的电导率均高于理想值,以 CK 处理最高,其次为 T₃、T₂ 处理,T₁ 处理的电导率最低。

从表 3 可知,4 个处理的碳氮比均随着发酵时间的延长呈现下降趋势,在发酵后 30 d,碳氮比均低于 20,其中 3 个添加发酵菌剂处理的 T 值均低于 0.6,并以 T₁ 处理的值最小,其次为 T₃、T₂ 处理。对照的碳氮比最大且 T 值为 0.66,说明未添加发酵菌剂的处理还未完成发酵。

表 3 不同菌剂处理下玉米芯发酵过程中化学特性的变化

处理	pH 值			电导率(mS/cm)			碳/氮			T 值
	10 d	20 d	30 d	10 d	20 d	30 d	10 d	20 d	30 d	
T ₁	7.65b	7.18b	6.65a	2.48c	2.68b	2.80c	21.5b	18.5c	15.6c	0.52c
T ₂	8.16a	7.75a	6.55a	2.51bc	2.75ab	2.87c	22.3b	19.5b	17.5b	0.58b
T ₃	7.98a	1.35d	6.31c	2.61b	2.89a	3.01b	22.4b	20.5b	17.0b	0.57b
CK	6.15c	6.15c	6.15d	2.80a	2.91a	3.15a	24.0a	21.2a	19.8a	0.66a

2.4 玉米芯发酵过程中养分含量的变化

随着发酵腐熟时间的延长和微生物的作用,玉米芯中的有机质得到逐步的降解,养分得到释放,所以各处理的有机质含量呈下降的趋势,全氮含量呈上升的趋势(表 4)。在不同发酵菌剂处理中,全氮和有机质含量以 T₁ 处理最高,其次为 T₃、T₂ 处理,含量最低的是 CK。

表 4 不同菌剂处理下玉米芯发酵过程中养分含量的变化

处理	有机质含量(g/kg)			全氮含量(%)		
	10 d	20 d	30 d	10 d	20 d	30 d
T ₁	17.55	16.94	16.56	1.789	1.958	2.254
T ₂	16.50	16.90	16.26	1.692	1.815	2.076
T ₃	16.79	16.70	16.23	1.758	1.895	2.124
CK	16.55	16.30	16.06	1.825	1.887	2.025

3 结论

在发酵过程中,如果氧气充足,微生物的活动会消耗有机物、水分等,从而使得堆肥物质快速分解,并产生大量热及 CO₂。55℃ 的堆肥发酵温度是杀灭发酵堆肥中所含致病生物、保证基质的卫生指标达到合格的重要条件。本研究结果表明,添加不同发酵菌剂处理对提高发酵过程中的温度有一定帮助,其中 T₁ 的效果最优,T₂、T₃ 处理的差异并不明显。

发酵结束后,4 个处理的发酵基质的物理性质均接近栽培基质的要求,但容重偏轻,因此玉米芯属轻型基质,固持作用能力差。总孔隙度、持水孔隙在理想范围内,符合栽培基质要求;通气孔隙和大小孔隙比偏小。因此玉米芯基质应适时与其他基质复配,可以形成理化性质良好的有机质基质。

本研究表明,随着发酵时间的延长,各个处理 pH 值呈下降趋势,电导率呈上升趋势。4 个处理的发酵基质 pH 值均呈现微酸性,在理想范围内;但电导率偏大,高于理想值。其中,以 T₁ 处理的电导率值最低,pH 值最高,接近中性。

碳氮比是检验物料腐熟度的一个重要指标。部分研究者认为,当堆肥碳氮比减少到 20 以下时,堆肥达到腐熟^[4~5],可

以直接施用。而 Morel 等认为,碳氮比小于 20 只是堆肥腐熟的必要条件,建议采用 T = 终点碳氮比/初始碳氮比来评价更为合适,并认为当 T 值小于 0.6 时堆肥才算腐熟完全^[6]。3 种添加发酵菌剂的处理的 T 值均低于 0.6,其中以 T₁ 处理的值最小,其次为 T₃、T₂ 处理;而对照的碳氮比最大,且 T 值为 0.66,说明未添加发酵菌剂的处理发酵还未完成。3 种发酵菌剂均能不同程度缩短发酵时间,其中以 T₁ 处理效果最好。

综上所述,添加 3 种不同微生物菌剂可有效加速玉米芯的发酵腐熟,缩短发酵时间。其中,添加 EM 酵素菌的玉米芯发酵效果最佳。

参考文献:

[1] 连兆煌,李式军. 无土栽培原理与技术[M]. 北京:中国农业出版社,1994.

[2] 郭世荣. 无土栽培学[M]. 北京:中国农业出版社,2003.

[3] 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.

[4] Golueke C G. Principles of biological resource recovery[J]. BioCycle,1981,22:36-40.

[5] Iglesias J E,Perez G V. Evaluation of city refuse compost maturity;a review[J]. Biological Wastes,1989,27(2):115-142.

[6] Morel J L,Colin F,Germon J C,et al. Methods for the evaluation of the maturity of municipal refuse compost[C]//Gasser J K R. Composting of agricultural and other wastes. London & New York:Elsevier Applied Science Publishers,1985:56-72.

[7] 李富恒. 无土栽培技术研究的历史、现状与进展[J]. 农业系统科学与综合研究,1999,15(4):313-314.

[8] 黄华波,王祯雨,王连镇,等. 棉花秸秆理化性状的测定及分析[J]. 农业工程学报,2002,18(增刊):207-208.

[9] 王清奎,黄玉明,张志国. PT 法-基质理化性质的快速测定方法[J]. 北方园艺,2003(1):41.

[10] 李谦盛,郭世荣,李式军. 基质 EC 值与作物生长的关系及其测定方法比较[J]. 中国蔬菜,2004(1):70-71.