

不同含水量蘑菇渣腐熟过程理化性质变化及效果研究

武亚敬^{1,2}, 毕君^{1,2}, 高红真^{1,2}, 李秋艳³

(1. 河北省林木良种工程技术研究中心, 河北 石家庄 050061; 2. 河北省林业科学研究院, 河北 石家庄 050061;

3. 河北农业大学, 河北 保定 071000)

摘 要:以蘑菇渣为试材,研究了不同含水量的蘑菇渣对其腐熟过程中的理化性质变化和腐熟效果的影响。结果表明:经腐熟处理的蘑菇渣,其理化性质均能得到较大的改善;含水量为30%~35%的蘑菇渣腐熟效果最好,其次是含水量45%~50%,腐熟效果最不好的是20%~25%和60%~65%含水量的蘑菇渣。

关键词:蘑菇渣;基质;腐熟;含水量

中图分类号:S 317 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)07-0136-04

随着人们对能源利用和环境污染认识的不断深入,资源循环的再生利用越来越被关注^[1-2]。工农业生产带来的有机废弃物不仅占用大量生产空间、污染环境,还可造成生产资料的浪费,因此农林业及工业生产带来的有机固体废弃物的开发和利用也就越来越受到关注,因此,相关方面的研究也就越来越多^[3-8]。工业以及农林废弃物可作为栽培基质再利用,但未经处理的有机废弃物直接利用会对植物造成伤害,因此必须经过科学的处理才能应用^[7-8]。目前常用的处理方法是高温好氧腐熟堆肥^[9],通过高温过程,杀害有害病原微生物、害虫虫卵以及杂草种子等,减小基质对作物的危害^[6,10]。该试验通过对蘑菇渣添加不同水分,控制蘑菇渣的含水量对蘑菇渣进行高温腐熟,研究不同含水量蘑菇渣腐熟过程中的物理、化学性质变化及不同含水量对蘑菇渣腐熟效果的影响,以期为今后蘑菇渣的腐熟提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试蘑菇渣原料来自承德平泉县林场。

1.2 试验方法

该试验采用露天好氧动态堆肥技术,堆制高度为1.5 m左右,直径为2.5~3.0 m圆锥形堆垛。根据原料

初始含水率共设4个处理:含水率为20%~25%(T1)、含水率为30%~35%(T2)、含水率为45%~50%(T3)、含水率为60%~65%(T4)。

1.3 项目测定

每天14:00观测不同处理蘑菇渣堆体温度,在堆体温度达到55℃以上并保持5 d后人工翻堆,以后温度达到55℃时再进行翻堆。分别在蘑菇渣堆置腐熟的第1、7、14、21、30、40、50、59天取样,随机4点取样,取样点位于蘑菇渣堆体表层下40 cm处。将各样点标样充分混匀,进行物理指标测定,其余的样品烘干后粉碎,过1 mm筛储存以便进行其它各项理化性质测定。容重、总孔隙度、通气孔隙、持水孔隙、pH、电导率(EC)、阳离子交换量(CEC)、C/N及T值(基质发酵结束后C/N与发酵前C/N的比值)等理化性质测定均参照《土壤化学分析》^[11]中的方法。

1.4 数据分析

试验数据采用Excel和DPS v 3.1软件进行作图和方差分析,采用邓肯氏新复极差法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 不同含水量蘑菇渣堆体温度变化比较

由图1可知,4个处理的蘑菇渣堆体腐熟过程中温度变化整体趋势相同,即先升温然后再缓慢降温。4个处理间温度变化存在较大的差异性,T2在第4天温度超过了50.0℃,在第8天左右达到了最高温57.0℃之后温度下降,在第13天温度突然降低是由于翻堆所致,之后温度继续上升,持续了几天之后再缓慢下降。

处理T1、T3、T4发酵前期温度不断上升,但上升的

第一作者简介:武亚敬(1978-),女,河北永清人,硕士,工程师,现主要从事森林培育与森林保护等研究工作。

责任作者:毕君(1963-),男,河北固安人,博士,高级工程师,研究方向为森林培育与森林生态学。E-mail:bijun2003@sohu.com

基金项目:国家林业局“948”资助项目(2012-4-64)。

收稿日期:2013-12-13

幅度比较缓慢。处理 T1 在第 8 天温度达到 48.0℃, 温度在 45.0℃ 持续 34 d 左右达到最高温 50.4℃, 之后温度开始缓慢下降。处理 T3 在第 16 天温度达到 45.0℃, 在温度 45.0℃ 以上持续了 20 d 左右, 第 34 天达到最高温 50.4℃, 之后温度开始缓慢下降。处理 T4 腐熟前期温度不断上升, 但在第 44 天以前一直处于 45.0℃ 以下, 到第 46 天达到了最高温 48.3℃, 温度在 45.0℃ 以上维

持到第 52 天, 以后温度开始下降进入熟化期。

处理 T1、T2、T3 都经历了 50℃ 以上的高温腐熟过程, 处理 T4 虽然经历了一段时间 45℃ 以上的腐熟过程, 但没有经历 50℃ 以上的高温腐熟过程, 腐熟效果不如其它处理。从温度结果分析, 处理 T1 较好, T2、T3 次之, T4 最差。

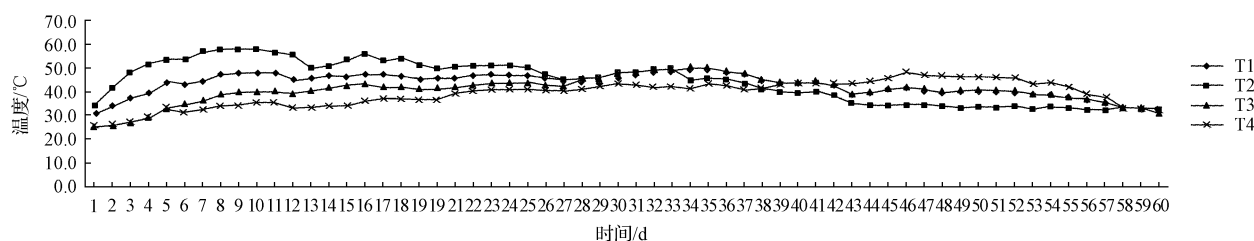


图1 不同含水量蘑菇渣堆体随时间的温度变化

2.2 不同含水量蘑菇渣腐熟过程中孔隙度变化比较

2.2.1 不同含水量蘑菇渣的总孔隙度变化 从图 2 可以看出, 不同含水量蘑菇渣在整个腐熟过程中, 总孔隙度均呈减小趋势, 总孔隙度分别从原来的 81.56%、84.91%、83.71%、81.17%, 减小到 73.90%、74.05%、74.87%、72.91%。表明蘑菇渣在腐熟堆置过程中逐渐被微生物降解为小颗粒, 使蘑菇渣的通透性得到改善。

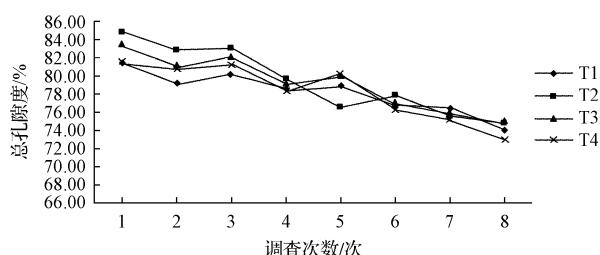


图2 不同含水量蘑菇渣的总孔隙度变化

2.2.2 不同含水量蘑菇渣的通气孔隙变化 从图 3 可以看出, 在蘑菇渣腐熟堆制过程中, 随着时间的推移, 蘑菇渣各处理通气孔隙均有所减小, 变化趋势基本一致, 均由大于 30.00% 下降到 20.00% 左右, 通气孔隙得到改

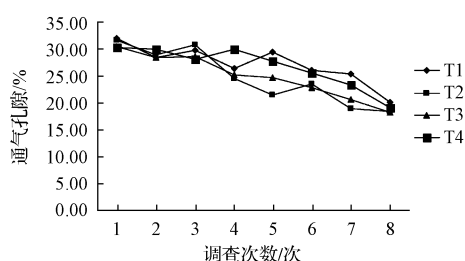


图3 不同处理蘑菇渣的通气孔隙变化

善, 理想基质的通气孔隙在 10.00%~30.00%^[12], 腐熟后的各处理通气孔隙均达到理想范围要求。

2.2.3 不同含水量蘑菇渣的持水孔隙变化 从图 4 可以看出, 蘑菇渣基质在腐熟过程中持水孔隙呈增大趋势, 腐熟结束时各处理均增大, 说明蘑菇渣经过腐熟处理, 持水保肥能力得到了一定改善。

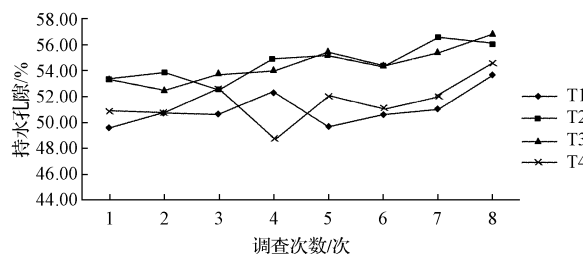


图4 不同含水量蘑菇渣的持水孔隙变化

2.2.4 不同含水量蘑菇渣的大小孔隙比变化 从图 5 可以看出, 蘑菇渣腐熟过程中大小孔隙比呈减小趋势, 几个处理的起始气水比均大于 0.50, 腐熟结束后, 气水比均降低到 0.40。气水比保持在 1:(2~4) 范围为宜^[12], 因此腐熟后的各处理蘑菇渣的大小孔隙比均满足

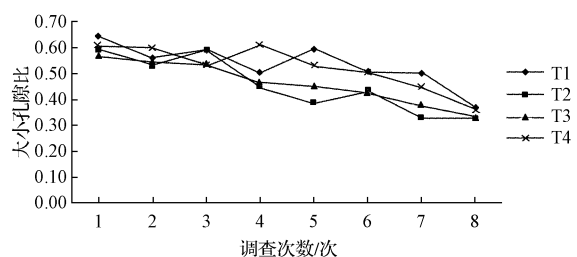


图5 不同含水量蘑菇渣的大小孔隙比变化

理想基质的条件要求。

2.2.5 不同含水量蘑菇渣腐熟后物理性状的比较 不同含水量蘑菇渣腐熟后物理性质发生了较大的变化。由表 1 可知,腐熟后各处理的容重在 0.70 g/cm^3 左右,其中 T2 容重变化较大为 0.18 g/cm^3 。基质容重以 $0.10 \sim 0.80 \text{ g/cm}^3$ 的较好,4 个处理的容重均满足理想基质的要求。从孔隙度分析知,不同含水量蘑菇渣腐熟后的总孔隙度、通气孔隙、持水孔隙、大小孔隙比均有变化。基质的孔隙度直接影响水分和空气的含量,一般总孔隙度在 $70.00\% \sim 90.00\%$ 较适宜^[12],4 个处理的总孔隙度均在此区间,T2 变化量最大,变化值为 10.86% ;其次依次是 T3、T4、T1,变化值分别为 8.84% 、 8.26% 、 7.66% 。气水比均有变化,但变化值相差不多。综合多个指标发现 T2 变化量最大,其次是 T3、T4、T1 变化较小。

表 1 不同含水量蘑菇渣腐熟后物理性状比较

物理性质		T1	T2	T3	T4
容重/ $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$	初始	0.57	0.55	0.59	0.58
	最终	0.69	0.73	0.70	0.69
	差值	0.12	0.18	0.11	0.11
总孔隙度/%	初始	81.56	84.91	83.71	81.17
	最终	73.90	74.05	74.87	72.91
	差值	-7.66	-10.86	-8.84	-8.26
通气孔隙/%	初始	31.98	31.54	30.46	30.34
	最终	20.10	18.44	18.22	18.10
	差值	-11.88	-13.10	-12.24	-11.24
持水孔隙/%	初始	49.58	53.37	53.25	50.83
	最终	53.80	56.66	56.65	54.81
	差值	4.22	2.69	3.40	3.98
气水比	初始	0.65	0.59	0.57	0.60
	最终	0.37	0.33	0.32	0.33
	差值	-0.28	-0.26	-0.25	-0.27

2.3 不同含水量蘑菇渣腐熟后化学性状比较

由表 2 可以看出,pH 值在腐熟结束时 T2 变化最大,变化值为 0.83,其次依次是 T3、T1、T4,变化值分别为 0.74、0.62、0.39,说明 T2 处理腐熟效果最好。从 EC 值的变化来看,T2 处理的 EC 值的变化最大,变化值为 0.51 mS/cm ,其次是 T3、T1,EC 值的变化分别为 0.42 、 0.40 mS/cm ,T4 变化最小为 0.20 mS/cm 。由此可知,处理腐熟结果最好的是 T2,T4 腐熟效果最差。从 CEC 值变化来看,T2 处理在整个发酵过程中 CEC 变化量最大,由初始的 40.21 cmol/kg 增加到结束时的

表 2 不同含水量蘑菇渣腐熟后化学性状比较

处理	pH 值		EC 值/ $\text{mS} \cdot \text{cm}^{-1}$		CEC 值/ $\text{cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$	
	初始	结束	初始	结束	初始	结束
T1	6.92	7.54	0.64	1.04	38.27	50.31
T2	7.02	7.85	0.66	1.17	40.21	61.86
T3	6.94	7.68	0.67	1.09	38.93	55.35
T4	6.95	7.34	0.65	0.85	38.90	52.95

61.86 cmol/kg ,增加了 21.65 cmol/kg ,T3 处理变化也较大,增加了 16.42 cmol/kg ,T4、T1 处理的 CEC 值变化较小,分别为 14.05 、 12.04 cmol/kg 。综合各项指标分析,T2 腐熟效果最好。

2.4 不同含水量蘑菇渣腐熟后 C/N 的变化

从表 3 可以看出,随着腐熟的进行,蘑菇渣各处理 C/N 均有所降低,由初始的 $20:1$ 以上最终下降 $14:1$ 以下。由于各处理初始 C/N 就都比较低,因此不能用这个标准衡量蘑菇渣基质是否腐熟。因此用 T 值也可衡量判断腐熟结果。表 3 表明,T2 处理的 T 值最小为 0.51,其次依次为处理 T3、T1、T4,T 值分别是 0.58、0.59、0.60。可以看出 T2 处理腐熟的效果最好,其它几个处理也满足腐熟的基本条件^[6]。

表 3 不同含水量蘑菇渣腐熟后 T 值变化

处理	初始 C/N	终止 C/N	T 值
T1	23.44 : 1	13.81 : 1	0.59
T2	23.57 : 1	12.09 : 1	0.51
T3	21.15 : 1	12.22 : 1	0.58
T4	22.65 : 1	13.55 : 1	0.60

3 结论与讨论

在整个腐熟过程中,蘑菇渣各处理均有明显的升温过程,其中处理 T1、T2、T3 都经历了 50°C 以上的高温腐熟过程,这样可以使得蘑菇渣堆体中易分解的有机物得到分解,杀死其中有害病原物和杂草种子^[7-8],有效改善了蘑菇渣作为栽培基质的生存环境,处理 T4 虽然经历了一段时间 45°C 以上的腐熟过程,但没有经历 50°C 以上的高温过程,从温度判断腐熟效果不理想。从腐熟过程的温度变化来看,处理 T1 较好,T2、T3 次之,T4 最差,也就是说含水量 $30\% \sim 35\%$ 的蘑菇渣腐熟效果较好。从整个堆置腐熟过程可以看出,不同含水量蘑菇渣理化性质均有不同程度的改善。不同含水量蘑菇渣腐熟后其容重均有增加,总孔隙和大小孔隙比减小,持水性能得到提高,腐熟后不同含水量蘑菇渣的孔隙度均在基质理想范围之内^[13-19],含水量 $30\% \sim 35\%$ 的蘑菇渣在容重、总孔隙度、通气孔隙、大小孔隙比等指标改变较多,腐熟效果较好。腐熟后的蘑菇渣各处理的 pH 值均有所增大,pH 值变化区间均在 $6.9 \sim 7.9$,均满足理想基质要求^[13-19],其中 T2 变化值最大,变化了 0.81,说明 4 个处理中 T2 处理腐熟效果最理想。从 EC 和 CEC 值结果来看,4 个处理的蘑菇渣均呈增加趋势,其中,T2 处理的 EC 变化较大,其它处理变化较小,但腐熟后的 EC 均在理想腐熟基质的 $0.5 \sim 1.3 \text{ mS/cm}$ ^[17-24]。T2 处理 CEC 增大较多,且大于 60 cmol/kg ,其它处理均小于 60 cmol/kg ,不满足理想基质要求。结果显示,4 个处理

的 C/N 比随着腐熟的进行均有所降低,腐熟结束后各处理的 T 值都小于 0.6,均达到了腐熟的标准^[13-19]。4 个处理的 T 值虽然都满足理想腐熟基质的要求,但是处理 T2,即 30%~35%含水量的蘑菇渣 T 值最小(0.51),也就是说 30%~35%含水量的蘑菇渣腐熟效果最好。

综合分析结果显示,30%~35%含水量的 T2 蘑菇渣腐熟前后各项指标变化最大,腐熟后的容重、总孔隙度、通气孔隙、大小孔隙、pH 值、EC 和 CEC、T 值等各项指标均在理想基质要求范围内,腐熟效果最好。在高温堆置腐熟过程中,4 个处理蘑菇渣的理化性能都得到一定改善,综合蘑菇渣腐熟前后各项物理指标和化学指标分析结果,30%~35%含水率的蘑菇渣腐熟效果最好,可见含水量的多少直接影响基质腐熟过程及结果。该试验结果表明,含水量 30%~35%的蘑菇渣腐熟效果最好,水分过高和过低对蘑菇渣腐熟均不利,这与李强^[20]的研究结果不太一致,可能与蘑菇渣中含有部分杂质或是蘑菇渣成分不同有关。从整体来看,蘑菇渣经过腐熟发酵处理后化学性质有所改善,化学性质趋于稳定,理论上适合植物的生长,可以作为育苗基质。

参考文献

- [1] 于鑫,孙向阳,张骅,等. 有机固体废弃物再生环保型无土栽培基质研究进展[J]. 北方园艺,2009(10):136-139.
- [2] 刘伟,余宏军,蒋卫杰. 我国蔬菜无土栽培基质研究与应用进展[J]. 中国生态学报,2006,14(3):4-7.
- [3] 李海燕,李絮花,王克安. 蘑菇渣替代草炭的栽培基质对番茄幼苗氮素状况的影响[J]. 中国农学通报,2011,27(31):244-247.
- [4] 李世贵,王飞,顾金刚,等. 微生物菌剂在农业废弃物堆肥腐熟过程中的应用及其田间试验效果[J]. 微生物学杂志,2011,31(6):62-65.
- [5] 陈广银,王德汉,项钱彬. 蘑菇渣与落叶联合堆肥过程中养分变化的研究[J]. 农业环境科学学报,2006,25(5):1347-1353.
- [6] 李艳霞,王敏健,王菊思,等. 城市固体废弃物堆肥化处理的影响因素[J]. 土壤与环境,1999,8(1):61-65.
- [7] 郑光华,蒋卫杰. 消毒鸡粪在樱桃番茄无土栽培中的应用效果[J]. 北方园艺,1994(4):5-7.
- [8] 尚秀华,谢耀坚,彭彦,等. 农林废弃物的腐熟处理及其在林木育苗中的应用[J]. 桉树科技,2007(2):49-54.
- [9] 黄国锋,钟流举,张振钿,等. 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(5):813-818.
- [10] 李承强,魏源送. 堆肥腐熟度的研究进展[J]. 环境科学进展,1999,7(6):3-8.
- [11] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京:中国农业出版社,2000:19-65.
- [12] 高新生. 玉米秸基质发酵关键技术及发酵基质应用效果研究[D]. 开封:河南农业大学,2005.
- [13] Morelt L, Conlin F, Germon J, et al. Methods for the evaluation of the maturity of municipal refuse compost[A]//GASSER JKR. Composting of agricultural and other wastes[M]. London & New York: Elsevier Applied Science Publishers,1985:56-72.
- [14] 刘卫星,顾金刚,姜瑞波. 有机固体废物堆肥的腐熟度评价指标[J]. 土壤肥料,2005(3):3-7.
- [15] 张沛健,彭彦,谢耀坚,等. 基于桉树皮的有机基质腐熟处理研究[J]. 热带作物学报,2011,32(3):412-416.
- [16] 郭世荣. 固体栽培基质研究、开发现状及发展趋势[J]. 农业工程学报,2005(21):1-4.
- [17] Harada Y, Inoko A, Todati M, et al. Maturing process of city refuse compost during pilling[J]. Soil Science,1981(27):357-364.
- [18] 尚秀华. 木屑和稻壳基质化腐熟技术研究[D]. 北京:中国林业科学研究院,2009.
- [19] 刘卫星,顾金刚,姜瑞波. 有机固体废物堆肥的腐熟度评价指标[J]. 土壤肥料,2005(3):3-7.
- [20] 李强. 有机基质菇渣在现代化大型温室蔬菜无土栽培中的应用研究[D]. 南京:南京农业大学,2003.

Study on Effects of Different Water Content on the Mushroom Residue and Its Physical and Chemical Properties Change

WU Ya-jing^{1,2}, BI Jun^{1,2}, GAO Hong-zhen^{1,2}, LI Qiu-yan³

(1. Hebei Engineering Research Center for Tree Varieties, Shijiazhuang, Hebei 050061; 2. Hebei Academy of Forestry Science, Shijiazhuang, Hebei 050061; 3. Hebei Agricultural University, Baoding, Hebei 071000)

Abstract: Taking mushroom residue as material, the influence of treating mushroom residue with different water content on composting were studied, the physical and chemical properties change of the mushroom residue and the effect of the water content and on mushroom residue were analyzed. The results showed that the physical and chemical properties of the mushroom residue with different treatment were improved greatly, the result of the mushroom residue with 30%~35% water content was the best, and which followed by 45%~50% water content, and the result of mushroom residue with 20%~25% and 60%~65% were the worst.

Key words: mushroom residue; matrix; rotten; water content