

# The Research on Harmless Disposal Process Optimization of Waste Mushroom Residue

Chunlai Hong, Weiping Wang, Zhiyong Xue, Xiaoyang Chen, Fengxiang Zhu, Yanlai Yao

Environmental Resources and Soil Fertilizer Research Institution, Zhejiang Academy of Agricultural Science, Hangzhou Zhejiang

Email: [82004897@qq.com](mailto:82004897@qq.com)

Received: Jan. 21<sup>st</sup>, 2015; accepted: Feb. 1<sup>st</sup>, 2015; published: Feb. 5<sup>th</sup>, 2015

Copyright © 2015 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

---

## Abstract

To improve the efficiency of harmless disposal of the mushroom residue, the screening of fermentation agent and the research on optimization of harmless disposal technology were carried out. The results showed that adding 30% proportion of cow dung to mushroom residue or adding 10% cow dung with 3‰ compound agent can greatly increase the temperature of mushroom residue compost, promote fermentation and shorten the disposal cycle. With the extension of processing, the pH of material rise in the early time and then decline gradually. The germination index of mushroom residue reached more than 50% of the safety range at 5 days after innocent treatment. It proved that adjusting the C/N of mushroom residue and adding compound agent can significantly improve the efficiency of harmless disposal.

## Keywords

Mushroom Residue, Harmless Disposal, Fermentation Agent, Process Optimization

---

# 废弃菌菇渣无害化处置工艺优化研究

洪春来, 王卫平, 薛智勇, 陈晓旸, 朱凤香, 姚燕来

浙江省农业科学院环境资源与土壤肥料研究所, 浙江 杭州

Email: [82004897@qq.com](mailto:82004897@qq.com)

收稿日期: 2015年1月21日; 录用日期: 2015年2月1日; 发布日期: 2015年2月5日

## 摘要

为有效提高菇渣废弃物的无害化处置效率，进行了发酵菌剂的引选与无害化处置工艺优化研究，结果表明，菇渣中添加30%比例的牛粪或菇渣中添加10%以上的牛粪及3%复合菌剂均能大大促进菇渣堆肥升温腐熟发酵过程，缩短物料无害化处置周期，随着处理时间的延长，物料pH表现出先上升后逐步下降的趋势。试验中香菇渣物料的发芽指数在无害化处理5天以后均达到了50%以上的安全范围。研究结论证明通过调节菇渣物料C/N及添加复合菌剂可以显著提高菇渣废弃物的无害化处置效率。

## 关键词

菇渣，无害化处置，发酵菌剂，工艺优化

## 1. 引言

食用菌菇渣是食用菌栽培过程中收获产品后剩下的培养基废料。根据中国食用菌协会统计，2010年我国食用菌产量(鲜菇)为2200万吨以上，总产值超过1000亿元。食用菌总产值仅次于种植业中的粮、棉、油、果、菜，超过茶叶和蚕桑。随着食用菌产业的快速发展，随之带来食用菌废弃物——菇渣的产生量急剧增加，我国食用菌菌渣总量3000万吨以上，其中，平菇菌渣509万吨，香菇菌渣475.2万吨，木耳菌渣321.8万吨，毛木耳菌渣104.9万吨，双孢蘑菇菌渣630.5万吨，金针菇菌渣264.2万吨。这些数量庞大的菌菇渣废弃物带来的环境污染问题日益凸显，已经成为制约食用菌产业可持续发展的重要因素[1][2]。为此，近年来一些研究者尝试进行了废弃菌菇渣的肥料化或基质资源化利用方式[3]-[6]，取得了一定的成效。但是，由于废弃菇渣废弃物中往往含有很多微生物及其它有害物质，且性质尚不稳定，直接用做基质或肥料利用容易产生烧苗、病菌污染等严重危害，因此，菇渣在资源化利用前必须通过无害化处理，现有农林废弃物无害化处置中最为普遍的措施为微生物好氧发酵，但是传统的直接堆肥发酵，周期很长，效率低(持续40天以上)，难以满足菇渣废弃物的工厂化处理要求[7][8]，本研究通过引进高效发酵降解复合菌株，并加以调节物料C/N、pH、含水率等工艺措施，以便更好的优化菇渣废料的无害化处置工艺，促进废弃菌菇渣快速发酵腐熟，提高处置效率。

## 2. 材料与方法

### 2.1. 试验材料

香菇渣，来自浙江省丽水市庆元县；牛粪取自杭州本地的养牛场；两种试验材料的理化性状见表1；复合菌剂为高温好氧发酵菌剂与纤维素分解菌剂按照2:1的体积比进行组配，由浙江省农业科学环境资源与土壤肥料研究所提供。

Table 1. Physical and chemical indicators of experimental materials  
表 1. 实验材料的理化指标

原料	含水率, %	pH	N%	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	K <sub>2</sub> O%	C%
香菇渣	31.2	5.44	0.59	0.68	0.41	40.3
牛粪	80.5	8.32	1.52	2.18	1.46	35.4

## 2.2. 试验处理与设计

试验设 3 个处理组，共 6 个处理，各处理名称及处理方式见表 2。每个处理堆体高 1 m，含水率 50%~65%，每 2 天测定一次堆体 30 cm 深度的温度(每堆体分东南西北中测量 5 个点位的温度)，每 5 天人工翻堆 1 次。每处理设 3 次重复，每堆采用 3 点取样，混合为 1 个样品，定时取样进行 pH、发芽指数等指标的测定分析。

## 2.3. 分析测定

物料 pH、含水率、氮、磷、钾、有机碳的测定参照商品有机肥产品质量标准(NY525-2012)中规定的方法[9]；

物料发芽指数(GI)的测定参照王卫平等报道的文献资料[10]：称取 10 g 物料加蒸馏水 50 ml 混合搅拌 30 min 后，经 3000 r/min 离心 10 min，取上清液进行过滤，滤液即为堆肥浸提液。把一张大小合适的滤纸放入干净无菌的 9 cm 培养皿中，均匀放入 20 粒早熟 5 号种子，吸取 5 ml 的浸提液于培养皿中，以蒸馏水作对照，每个处理 3 次重复，在 25℃ 的恒温培养箱中培养 24 h，测定种子发芽率和根长，并计算  $GI(\%) = \text{处理平均发芽率} \times \text{处理平均根长} / (\text{对照平均发芽率} \times \text{对照平均根长}) \times 100$ 。

## 3. 结果与分析

### 3.1. 香菇渣堆肥过程中发酵温度动态变化

微生物好氧高温堆肥发酵是农林废弃物无害化处置的基本措施，针对香菇渣中 C/N 偏高(>50, 见表 1)，直接堆置发酵升温慢、无害化处置周期长等技术难题，本研究通过引选促进堆肥发酵的复合菌剂，并设计了菇渣与不同比例牛粪共同堆置发酵的方法，以期降低 C/N，提高菇渣的无害化处置效率；由图 1 可以看出，处理 2、CK3 和处理 3 在 2 天内堆肥温度就开始上升，7 天以后，堆温即迅速升高至接近 50℃，而 CK1、处理 1 和 CK2 的堆温在 11 天以后才缓慢上升并逐渐超过当时的环境气温值。CK3 和处理 3 堆温表现基本一致，发酵堆温较高，而处理 2 堆温一直比 CK2 高，CK1 和处理 1 的堆温也基本一致，堆体温度较低。即在牛粪添加 30% 的情况下，复合菌剂添加与否并不影响堆肥发酵；但在牛粪添加 10% 的情况下，添加复合菌剂能使堆肥迅速发酵升温；在不添加牛粪的情况下，菇渣堆肥添加菌剂的促发酵作用不是很明显。究其原因主要是由于牛粪的添加降低了堆体物料的 C/N，从而激发了好氧微生物菌剂的快速繁殖与新陈代谢，促进了堆体物料的快速发酵腐熟；其次，菇渣堆肥中添加一定比例牛粪，还可以调节堆体含水率，改善堆体通气性，这也为堆肥好氧发酵微生物快速腐熟降解菇渣物料提供了有利的环境条件。

### 3.2. 香菇渣堆肥过程中的 pH 动态变化

由图 2 可以看出，堆肥物料 pH 变化趋势与堆体温度的变化规律相关联，堆肥温度快速增高的处理，堆体物料 pH 上升速度也快；其中处理 2、CK3 和处理 3 的堆体 pH 在堆肥开始后的 25 天内上升幅度最大，而 CK1、处理 1 和 CK2 的堆体 pH 上升幅度较慢，这也进一步说明了处理 2、CK3 和处理 3 堆体比 CK1、处理 1 和 CK2 等处理工艺的发酵速度更快。随着堆肥时间的延长(25 天以后)，各处理物料的 pH 缓慢下降并逐渐趋于平稳。

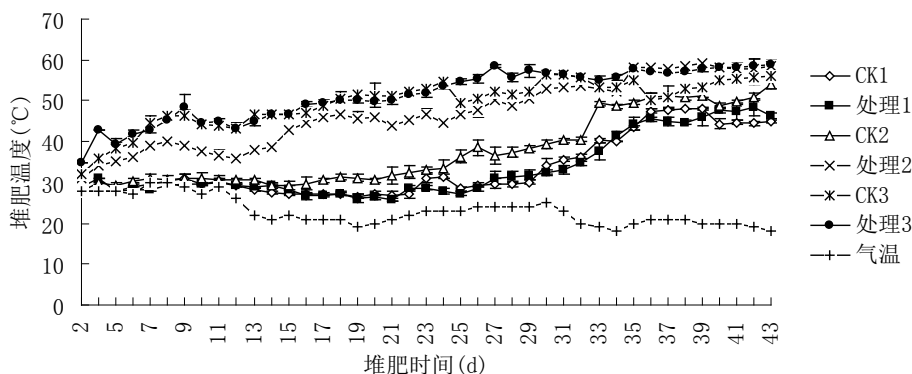
### 3.3. 香菇渣堆肥过程中发芽指数动态变化

大量的研究表明，未经无害化处置的生物质废弃物材料中往往含有一定量的植物毒性物质，这些植物毒性物质对作物种子的发芽具有显著地抑制作用[11]。因此，在农林废弃物无害化处置试验研究中，常

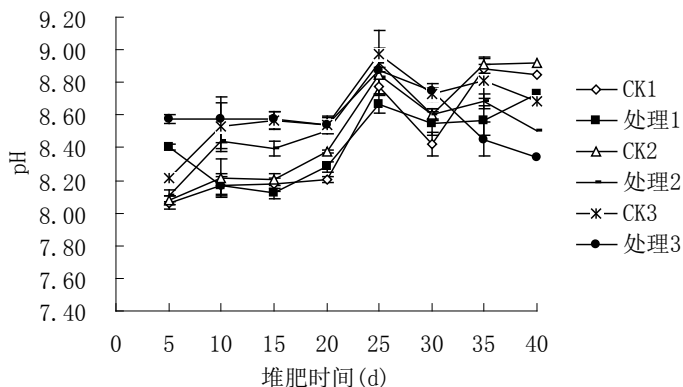
用种子发芽指数来表示物料生物毒性的大小，也是判定物料腐熟程度的重要指标。图 3 显示了不同处理工艺对物料发芽指数的动态变化，由图上可以看出，不同处理的发芽指数随着堆肥时间的延长总体上呈现出上升的趋势，但在不同时间段不同处理工艺条件下物料发芽指数的变化没有明显的规律，6 个不同处理之间发芽指数差异也不明显，本试验中所有处理的发芽指数在无害化处理 5 天以后均达到了 50% 以上的安全范围，说明对于香菇渣物料来说，堆肥发酵 5 天基本上消除了物料毒性对种子发芽的影响。这是由于菇渣物料在菌菇生产过程中已经经历了较长时间的微生物分解处理，因而物料的生物毒性已经大大降低。

**Table 2. Experimental treatment and design**  
**表 2. 试验处理与设计**

处理组	处理编号	处理内容
1#	CK1	100%纯香菇渣
	处理 1	100%香菇渣 + 3‰添加复合菌剂
2#	CK2	90%香菇渣 + 10%牛粪
	处理 2	90%香菇渣 + 10%牛粪 + 3‰复合菌剂
3#	CK3	70%香菇渣 + 30%牛粪
	处理 3	70%香菇渣 + 30%牛粪 + 3‰复合菌剂



**Figure 1. The change of temperature in the composting process**  
**图 1. 堆肥过程中温度变化**



**Figure 2. The change of pH in the composting process**  
**图 2. 堆肥过程中 pH 变化**

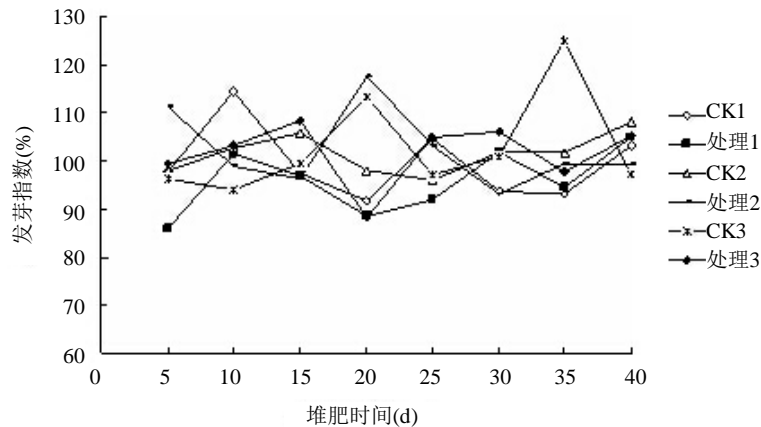


Figure 3. The change of germination index in the composting process  
图 3. 堆肥过程中物料发芽指数变化

#### 4. 小结与结论

1) 菇渣中添加 30% 比例的牛粪或菇渣中添加 10% 以上的牛粪及 3% 复合菌剂均能大大促进菇渣堆肥升温腐熟发酵过程, 从而提高菇渣无害化处置效率。

2) 本试验中所有处理的发芽指数在无害化处理 5 天以后均达到了 50% 以上的安全范围, 说明对于香菇渣物料来说, 高温堆肥发酵 5 天以后基本上消除了物料毒性对种子发芽的影响。

3) 综上所述, 不同处理工艺对菇渣物料腐熟度的影响存在较大差异, 纯菇渣处理物料达到无害化处置的周期明显较其它处理更长, 说明通过调节物料 C/N 及添加复合菌剂可以显著提高菇渣废弃物的无害化处置效率, 缩短物料无害化处置周期, 是一种切实可行的菇渣废料无害化处置技术措施。

#### 基金项目

本研究受浙江省重大科技专项重点农业项目(2011C12026)及杭州市科技项目(20110232B76)共同资助。

#### 参考文献 (References)

- [1] 张侏何, 洪春来, 朱凤香, 姚燕来, 陈晓旻, 王卫平 (2013) 农业废弃物资源化利用现状与前景展望. *现代农业科技*, **20**, 208-210.
- [2] 刁清清, 毛碧增 (2012) 蘑菇渣处理现状及在农业生产上的应用. *浙江农业科学*, **12**, 1710-1712.
- [3] 洪春来, 朱凤香, 陈晓旻, 薛智勇, 等 (2011) 不同菇渣复合基质对番茄育苗效果的影响. *现代农业科技*, **1**, 122-125.
- [4] 王欢妍, 高琪旸, 雷艳, 曹可, 何长征 (2013) 菌渣作为有机基质在蔬菜生产中的研究进展. *湖南农业科学*, **15**, 73-75.
- [5] Gonani, Z., Riahi, H. and Sharifi, K. (2011) Impact of using leached spent mushroom compost as a partial growing media for horticultural plants. *Journal of Plant Nutrition*, **34**, 337-344.
- [6] 田波, 时连辉, 王秀峰, 刘登民, 冯欢欢 (2011) 菇渣堆肥对土壤及草坪生长的影响. *中国草地学报*, **5**, 101-105.
- [7] 李帆, 万水霞, 蒋光月, 朱宏斌 (2012) 鸡粪与蘑菇渣堆肥工艺对腐熟效果的影响. *河南农业科学*, **11**, 78-81.
- [8] 张菲菲, 高程达, 王红利, 王顺利, 刘悦秋, 刘克锋 (2014) 杏鲍菇渣与鸭粪联合高温堆肥发酵参数研究. *北京农学院学报*, **3**, 68-72.
- [9] (2012) NY525-2012, 有机肥料. 中国农业出版社, 北京.
- [10] 汤江武, 朱利中 (2008) 不同堆肥条件对种子发芽指数影响的研究. *浙江农业科学*, **5**, 583-585.
- [11] Zucconi, F., Forte, M., Monac, A., et al. (1981) Evaluating toxicity of immature compost. *Biocycle*, **22**, 54-57.