

香菇渣发酵菌剂引选与无害化处置工艺优化研究

陈杨清¹, 李帮富², 林群蔚³, 刘军¹, 姚燕来⁴, 王卫平⁴, 洪春来^{4*}

¹丽水三青农业发展有限公司, 浙江 丽水

²松阳县古市镇农业农村服务中心, 浙江 丽水

³松阳县农业农村局, 浙江 丽水

⁴浙江省农业科学院环境资源与土壤肥料研究所, 浙江 杭州

收稿日期: 2023年11月22日; 录用日期: 2023年12月19日; 发布日期: 2023年12月27日

摘要

为了提高香菇渣的好氧堆肥的发酵效率, 本文设置了香菇渣与牛粪的不同配比, 并引进了促发酵的复合菌剂。结果表明, 香菇渣中添加30%比例的牛粪或添加10%以上的牛粪及复合菌剂均能显著促进菇渣堆温上升和腐熟发酵, 从而提高菇渣的无害化处置效率。本试验中不同菇渣与牛粪配比高温堆肥发酵5天以后, 基本上消除了物料毒性对种子发芽的影响。在堆肥过程中, 物料pH和电导率(EC)均随着堆肥时间的延长呈现出先快速升高后逐步趋于平稳的态势。

关键词

香菇渣, 发酵菌剂, 处置工艺

Study on Optimization of Selection and Harmless Disposal Process for Mushroom Residue Fermentation Microbial Agent

Yangqing Chen¹, Bangfu Li², Qunwei Lin³, Jun Liu¹, Yanlai Yao⁴, Weiping Wang⁴, Chunlai Hong^{4*}

¹Lishui Sanqing Agricultural Development Co., Ltd., Lishui Zhejiang

²Agricultural and Rural Service Center of Gushi Town, Songyang County, Lishui Zhejiang

³Agriculture and Rural Bureau of Songyang County, Lishui Zhejiang

⁴Institute of Environmental Resources and Soil Fertilizers, Zhejiang Academy of Agricultural Sciences, Hangzhou Zhejiang

Received: Nov. 22nd, 2023; accepted: Dec. 19th, 2023; published: Dec. 27th, 2023

*通讯作者。

文章引用: 陈杨清, 李帮富, 林群蔚, 刘军, 姚燕来, 王卫平, 洪春来. 香菇渣发酵菌剂引选与无害化处置工艺优化研究[J]. 农业科学, 2023, 13(12): 1157-1162. DOI: 10.12677/hjas.2023.1312157

Abstract

In this paper, in order to improve the fermentation efficiency of the aerobic composting of mushroom residue, different ratios of mushroom residue and cow manure were set up, and a composite microbial agent for promoting fermentation was introduced. The results showed that the addition of 30% cow dung or more than 10% cow dung and composite microbial agents to the mushroom residue significantly promoted the temperature rise and maturation fermentation of the mushroom residue, thereby improving the efficiency of harmless disposal of mushroom residue. After 5 days of high-temperature composting with different ratios of mushroom residue and cow manure in this experiment, the effect of material toxicity on seed germination was basically eliminated. During the composting process, both the pH and conductivity of the material showed a rapid increase and then gradually stabilized trend with the extension of composting time.

Keywords

Mushroom Residue, Fermentation Agents, Disposal Process

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

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



Open Access

1. 引言

废弃菇渣等农林废弃物中往往含有很多微生物及其它有害物质,且理化性质尚不稳定,直接做基质利用容易产生毒害(“烧苗”及抑制生长等)、病菌污染等严重危害[1][2][3]。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是采用微生物好氧高温发酵,但是传统的自然堆肥发酵周期很长、效率低(持续40天以上),难以满足农林废弃物的工厂化处理要求[4][5][6]。本研究通过引选高效发酵菌株,同时通过调节物料pH、含水率等工艺措施,以便更好地完善废弃菇渣的无害化处置工艺,促进废弃菇渣快速腐熟稳定,提高处置效率。

2. 材料与方法

2.1. 试验材料

- 1) 香菇渣,来源于丽水市松阳县香菇种植基地;
- 2) 牛粪:来源于丽水市松阳县当地的养牛场;
- 3) 菌剂:嗜热促发酵菌剂来源于浙江省农业科学院环境资源与土壤肥料研究所。

2.2. 试验方法

2.2.1. 试验处理与设计

微生物好氧高温堆肥发酵是农林废弃物实现资源化利用前必要的无害化处置措施,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,本项目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;试验设6个处理,即CK1,纯香菇渣;处理1:香菇渣接种3‰复合菌剂(堆肥发酵菌剂加纤维素分解菌剂2:1);CK2,香菇渣+10%牛粪;处理2:香菇渣+10%牛粪并接种3‰复合菌剂;

CK3, 香菇渣 + 30%牛粪; 处理 3, 香菇渣 + 30%牛粪并接种 3%添加复合菌剂。

2.2.2. 试验观测与检测

每个处理的堆体高 1 m, 含水率 60%左右, 每 2 天测定一次堆体表面以下 30 cm 深处的温度(每个堆体分东南西北中测量 5 个点的温度), 每 3 天人工翻堆 1 次。每处理设 3 次重复, 每堆按 3 点取样并混合成 1 个样品, 定时取样进行 pH、电导率(EC)及发芽指数等指标的测定分析。

Table 1. Physical and chemical properties of the test materials

表 1. 供试材料的理化性质

原料	含水率(%)	pH	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	C (%)	C/N
香菇渣	31.2	5.44	0.59	0.68	0.41	40.3	68.31
牛粪	69.0	6.57	1.55	0.78	0.97	37.7	24.30

3. 结果与分析

3.1. 香菇渣好氧堆制过程中的温度变化

由图 1 可以看出, 处理 2、CK3 和处理 3 在 2 天内物料堆温就开始上升, 而 CK1、处理 1 和 CK2 堆温在 11 天以后才比气温高。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, 添加复合菌剂能使料堆快速发酵升温; 在不添加牛粪的情况下, 菇渣料堆即使添加发酵菌剂后发酵升温作用也不是很明显。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[7] [8] [9]; 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[10] [11]。

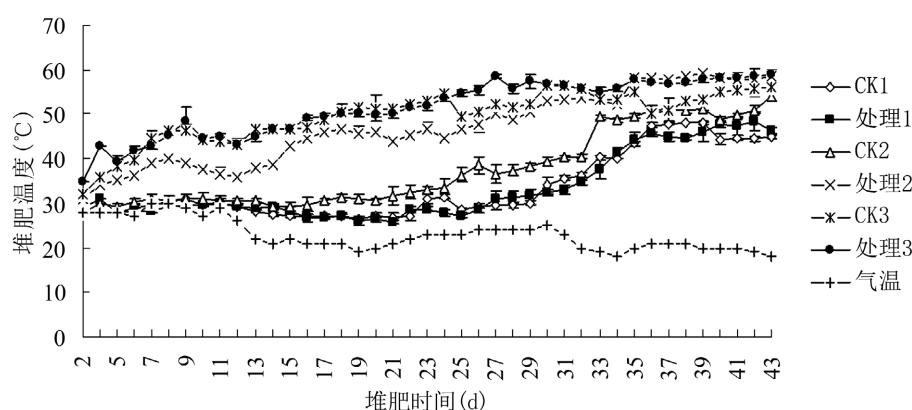


Figure 1. Temperature changes of mushroom residue during aerobic composting process

图 1. 香菇渣好氧堆制过程中的温度变化

3.2. 香菇渣好氧高温堆制过程中的 pH 变化

由图 2 可以看出, 香菇渣堆料 pH 变化趋势反映的结果与温度的变化规律相关联, 料堆温度快速增高的处理, 物料的降解快, 有机氮释放出来的氨也多, 所以堆体物料 pH 上升也快; 处理 2、CK3 和处理 3 的堆体 pH 上升快, CK1、处理 1 和 CK2 的堆体 pH 上升慢, 这也说明了处理 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。随着物料好氧堆肥时间的进一步延长，堆肥 25 天以后，各处理物料的 pH 变化逐步趋于平稳。

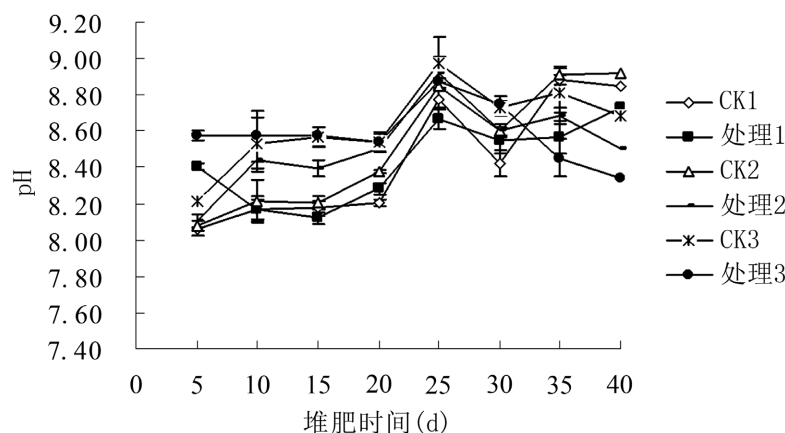


Figure 2. pH changes of mushroom residue during aerobic composting process
图 2. 香菇渣好氧堆制处理过程中的 pH 变化

3.3. 香菇渣好氧高温堆制过程中的电导率动态变化

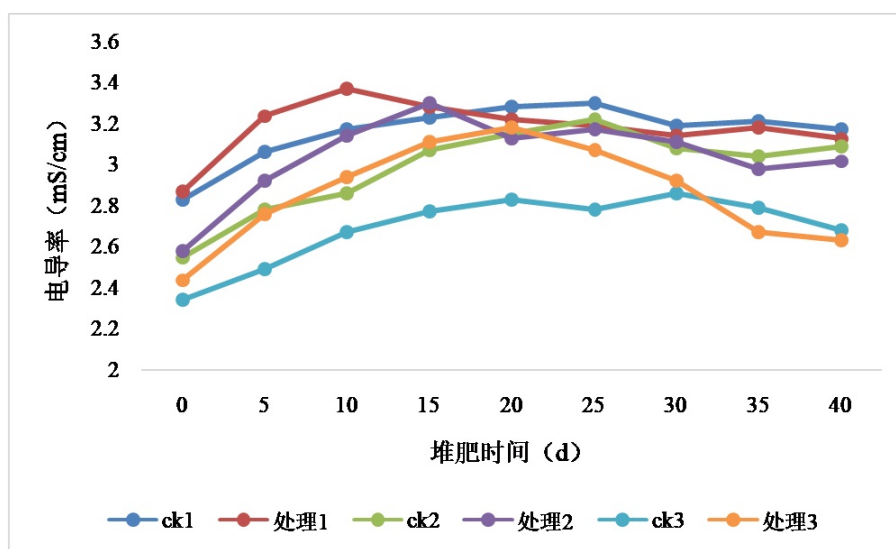


Figure 3. EC changes of mushroom residue during aerobic composting process
图 3. 香菇渣好氧堆制处理过程中的电导率变化

电导率也可以一定程度反映物料的降解程度。为此，本研究针对物料的电导率开展了定期的取样测定。图 3 显示了不同发酵工艺条件下各堆体物料电导率的动态变化趋势，从图可以看出，随着堆肥时间的延长，各处理的 EC 值表现为前期略有上升后期逐步趋于平衡的过程。这可能主要是由于随着堆体物料的快速发酵降解，一些有机物中的纤维素物质逐步被分解后释放出盐基离子，致使水溶态离子含量增加，从而导致 EC 值上升，到堆肥后期，随着堆体物料中可降解物质的减少，盐基离子释放也不再增多，EC 值逐步趋于平衡。不同处理堆体物料 EC 值差异较大，菇渣与牛粪混合的处理 EC 值均低于纯菇渣处理，且牛粪的比例越高，混合后物料的电导率越低，这主要是由于牛粪的电导率(EC)值相对于纯菇渣较

低($<3\text{ mS/cm}$), 而纯菇渣的电导率(EC)值相对较高($>3\text{ mS/cm}$)的缘故。另外, 无论是纯菇渣, 还是菇渣中添加不同比例的牛粪, 堆肥过程中添加菌剂的处理前期电导率(EC)值明显高于未添加菌剂的对照, 这也反映出添加菌剂的处理物料前期的降解速率明显高于未添加菌剂的对照, 物料电导率的动态变化趋势与物料堆肥温度的变化基本一致。

3.4. 香菇渣高温堆制过程中的发芽指数变化

由图 4 可以看出, 不同处理的发芽指数随着堆制时间的延续, 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, 但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。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。

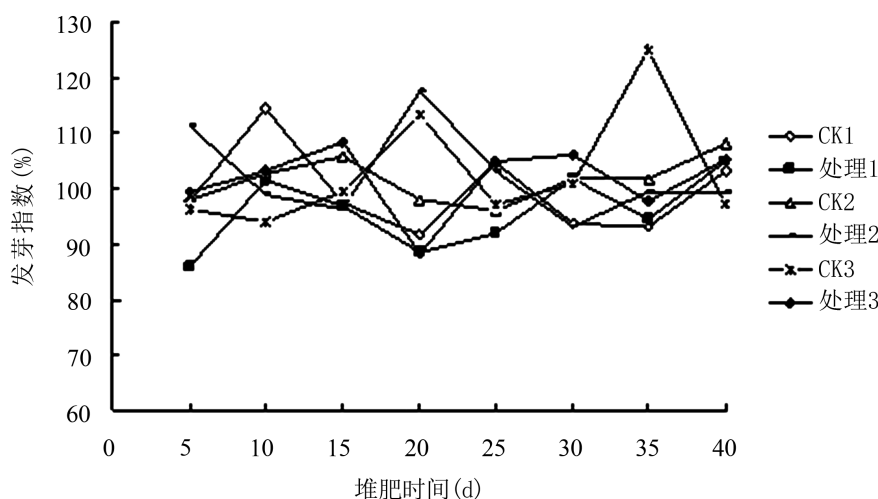


Figure 4. Change trend of the germination index of mushroom residue during aerobic composting process

图 4. 香菇渣堆制过程中物料的发芽指数变化趋势

4. 小结

1) 香菇渣中添加 30% 比例的牛粪或添加 10% 以上的牛粪及复合菌剂均能大大促进菇渣堆温上升和腐熟发酵, 从而提高菇渣无害化处置效率;

2) 香菇渣堆肥发酵过程中的物料 pH 和电导率均呈现出前期快速升高、后期逐渐趋于平稳的动态变化趋势;

3) 香菇渣好氧堆肥发酵过程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, 对于菇渣类物料来说, 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。

基金项目

本研究受浙江省第十五批科技特派员项目资助。

参考文献

- [1] 姚童言, 黄绵松, 宋亚康, 陈瑞蕊, 冯有智. 长期施用菇渣与化肥对潮土地区玉米和小麦产量及稳定性的影响[J]. 生物加工过程, 2021, 19(1): 79-84.
- [2] 尹翠翠, 卜崇兴, 张艳琴, 樊晓亮, 张志新. 菇渣废弃物利用概述[J]. 现代园艺, 2013(7): 14-16.

-
- [3] Atila, F. (2019) A Useful Way to Dispose of Phenolic-Rich Agro-Industrial Wastes: Mushroom Cultivation. *European Journal of Engineering and Natural Sciences*, **3**, 32-41.
- [4] 董立婷, 朱昌雄, 张丽, 马金奉, 杨翔华, 耿兵. 微生物异位发酵床技术在生猪养殖废弃物处理中的应用研究[J]. 农业资源与环境学报, 2016, 33(6): 540-546.
- [5] Mengqi, Z., Shi, A., Ajmal, M., Ye, L. and Awais, M. (2021) Comprehensive Review on Agricultural Waste Utilization and High-Temperature Fermentation and Composting. *Biomass Conversion and Biorefinery*, **13**, 1-24. <https://doi.org/10.1007/s13399-021-01438-5>
- [6] Koul, B., Yakoob, M. and Shah, M.P. (2022) Agricultural Waste Management Strategies for Environmental Sustainability. *Environmental Research*, **206**, Article ID: 112285. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.112285>
- [7] Zhu, N., Zhu, Y., Kan, Z., Li, B., Cao, Y. and Jin, H. (2021) Effects of Two-Stage Microbial Inoculation on Organic Carbon Turnover and Fungal Community Succession during Co-Composting of Cattle Manure and Rice Straw. *Biore-source Technology*, **341**, Article ID: 125842. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2021.125842>
- [8] Liu, X. and Zhang, L. (2023) Effects of Additives on the Co-Composting of Forest Residues with Cattle Manure. *Biore-source Technology*, **368**, Article ID: 128384. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2022.128384>
- [9] Duan, H., Ji, M., Xie, Y., Shi, J., Liu, L., Zhang, B. and Sun, J. (2021) Exploring the Microbial Dynamics of Organic Matter Degradation and Humification during Co-Composting of Cow Manure and Bedding Material Waste. *Sustainability*, **13**, Article 13035. <https://doi.org/10.3390/su132313035>
- [10] 洪春来, 王卫平, 薛智勇, 陈晓旸, 朱凤香, 姚燕来. 废弃菌菇渣无害化处置工艺优化研究[J]. 环境保护前沿, 2015, 5(1): 1-5.
- [11] 周喜荣, 张丽萍, 蒋鹏, 孙权, 王锐, 刘少泉, 刘智. 牛粪与秸秆类废弃物配比好氧发酵新工艺对堆肥效果的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2020, 38(6): 75-83.