

设施蔬菜废弃物堆肥与还田效应研究

郭智勇^{1*}, 韩文君¹, 张波¹, 赵金山¹, 苏连顺¹, 罗小川², 陶剑³, 张瑜⁴, 李政贤⁴, 李丽军⁵

¹安阳市农业科学院, 河南 安阳

²河南省三邯科技有限公司, 河南 安阳

³安阳市科技创新服务中心, 河南 安阳

⁴安阳市农业生态与资源保护站, 河南 安阳

⁵林州市农业农村局, 河南 林州

收稿日期: 2025年2月19日; 录用日期: 2025年3月15日; 发布日期: 2025年3月26日

摘要

番茄秧和甜瓜秧晾干后, 与辅料玉米芯、干鸡粪混合堆肥。混合前粉碎成小于5 cm 碎段, 混合比例番茄秧 + 甜瓜秧: 玉米芯: 干鸡粪体积比为3:2:1, 加入包含枯草芽孢杆菌、酿酒酵母、绿色木霉等微生物菌剂的腐熟剂, 有效活菌数 ≥ 5.0 亿/g, 施用量 0.5 kg/m^3 , 进行高温堆肥。堆肥过程 55°C 以上天数17 d, 65°C 以上天数10 d, 腐熟后的堆肥灰褐色、无恶臭。制成的堆肥肥料用于种植结球生菜, 提高了结球生菜产量和土壤肥力, 效果良好。

关键词

番茄秧, 甜瓜秧, 堆肥, 生菜, 产量, 土壤, 肥力

Study on the Composting and Field Application Effect of Facility Vegetable Waste

Zhiyong Guo^{1*}, Wenjun Han¹, Bo Zhang¹, Jinshan Zhao¹, Lianshun Su¹, Xiaochuan Luo², Jian Tao³, Yu Zhang⁴, Zhengxian Li⁴, Lijun Li⁵

¹Anyang Academy of Agricultural Sciences, Anyang Henan

²Henan Sanhan Technology Co., Ltd., Anyang Henan

³Anyang City Science and Technology Innovation Service Center, Anyang Henan

⁴Agricultural Ecology and Resource Protection Station of Ainyang City, Anyang Henan

*通讯作者。

文章引用: 郭智勇, 韩文君, 张波, 赵金山, 苏连顺, 罗小川, 陶剑, 张瑜, 李政贤, 李丽军. 设施蔬菜废弃物堆肥与还田效应研究[J]. 农业科学, 2025, 15(3): 279-285. DOI: 10.12677/hjas.2025.153034

Abstract

Tomato and melon vines were dried and mixed with auxiliary materials such as corn cobs and dry chicken manure for composting. Before, they were crushed into segments smaller than 5 cm, and the mixing ratio of tomato vines melon vines: corn cobs: dry chicken manure was 3:2:1 by volume. A decomposer containing microorganisms such as *Bacillus subtilis*, *Saccharomyces cerevisiae*, and *Trichoder viride* was added, with an effective live bacteria count ≥ 5.0 billion/g, at a rate of 0.5 kg/m³, for high temperature composting. The composting process lasted for 17 days above 55°C and 10 days above 65°C, and the mature was grayish brown and odorless. The compost fertilizer produced was used to grow head lettuce, which increased the yield of head lettuce and the soil fertility, and the was good.

Keywords

Tomato Vine, Melon Vine, Compost, Lettuce, Yield, Soil, Fertility

Copyright © 2025 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

设施蔬菜是现代农业效益较高的一种生产方式，为农民致富、乡村产业振兴做出了巨大贡献。目前我国设施蔬菜面积约为 256.7 万 hm²，年产量 2.6 亿 t [1]。设施蔬菜产业发展的同时，也产生了大量的藤蔓废弃物堆弃在田间地头，甚至堆放于道路边，对产地生态环境造成严重污染。近年来设施蔬菜废弃物资源化利用方面的研究报道逐渐增多，主要处理方式有直接还田、堆肥利用、沼气工程处理等途径，为资源化利用提供了多种技术解决方案。高温好氧堆肥具有操作简单、处理量大、能有效杀灭致病微生物和虫卵、堆肥营养全面、品质好等特点。目前相关研究利用尚处于发展阶段。相关研究表明，添加畜禽粪便、玉米秸秆等辅料可以改善蔬菜废弃物的含水率、C/N 以及孔隙结构来提高堆肥质量，同时，添加微生物菌剂可以促进堆肥物料降解，加快堆肥腐熟，提高堆肥质量[2]。施用蔬菜废弃物堆肥肥料能够提高蔬菜的产量和品质[3] [4]、提高土壤肥力[5] [6]。本研究以番茄秧、甜瓜秧为原料，加入玉米芯、干鸡粪、微生物菌剂等进行堆肥并还田，研究蔬菜废弃物堆肥技术及堆肥还田对结球生菜产量与土壤肥力的影响，为设施蔬菜废弃物资源化利用提供参考。

2. 材料与方法

2.1. 堆肥试验材料

堆肥原料：番茄秧、甜瓜秧、玉米芯、干鸡粪，微生物菌剂。番茄秧、甜瓜秧、玉米芯、干鸡粪来自安阳市农业科学院试验基地，微生物菌剂采用中农绿康(北京)生物技术有限公司生产的有机物料腐熟剂(秸秆型)。

2.2. 堆肥还田试验材料

施用上述蔬菜废弃物堆肥肥料与化肥两种肥料生产结球生菜进行对比试验, 化肥施用购于农资店磷酸二铵, 购买结球生菜品种购于农资店。

2.2. 试验时间

2021 年 7 月 16 日~8 月 26 日堆肥试验, 9 月 3 日~11 月 3 日堆肥肥效试验。

2.3. 试验地点

堆肥试验地点位于河南省安阳市永和镇安阳农业科学院试验基地内, 肥效试验地点位于安阳市殷都区北蒙街道办事处枯河村蔬菜大棚内。

2.4. 试验设计

堆肥试验不设处理。堆肥肥效试验设计 2 个处理, 分别为堆肥肥料处理 1 (T1): 堆肥肥料 2000 kg/667m²; 对照化肥处理 2 (T2): 复合肥磷酸二铵 15 kg/667m²。

堆肥试验过程。2021 年 7 月 16 日, 堆肥原料: 番茄秧、甜瓜秧、玉米芯、烘干鸡粪, 番茄秧和甜瓜秧提前晾干粉碎, 玉米芯提前粉碎, 均粉碎成小于 5 cm 碎段, 番茄秧 + 甜瓜秧: 玉米芯: 干鸡粪混合比例为体积比 3:2:1。再加入微生物菌剂, 然后加水搅拌均匀, 进行蔬菜废弃物腐熟处理。微生物菌剂采用中农绿康(北京)生物技术有限公司生产的有机物料腐熟剂(秸秆型), 其中有效菌种包含枯草芽孢杆菌、酿酒酵母、绿色木霉等, 有效活菌数 ≥ 5.0 亿/g, 施用量 0.5 kg/m³。采用条垛式堆肥方式, 垛高 1.3 m、宽 2 m、长 4 m。每天记录堆肥温度, 堆温超过 65℃进行翻堆, 每 2 天翻堆 1 次, 7 月 25 日~8 月 2 日共翻堆 5 次。8 月 23~26 日堆肥温度降至气温水平 30℃左右, 堆肥结束。堆肥结束后堆体无臭味, 堆体外观呈灰褐色。

肥效试验过程。结球生菜 8 月 12 日~9 月 3 日进行穴盘育苗, 9 月 3 日~11 月 3 日进行堆肥肥效试验。2 个处理, 生菜株行距均为 33 cm, 每个小区宽 1 m, 长 10 m, 面积 10 m², 试验期间不进行追肥。

2.5. 相关指标测定

堆肥试验以堆肥过程温度监测记录为主, 每天记录 1 次堆体内部温度, 监测位置位于堆体表面下 20 cm 处。

肥效试验主要测定土壤 PH、有机质、碱解氮、有效磷、速效钾含量, 土样于生菜采收后 3 日内, 在 2 个处理区内分别采用三点取样法取土样, 送第三方检测公司检测。

3. 结果与分析

3.1. 堆肥过程堆体内温度变化

由图 1 可知, 堆肥过程中 55℃以上天数 17 d, 65℃以上天数 10 d, 原料中的病菌、虫卵和杂草种子在此堆肥温度下可以被灭活。

3.2. 不同肥效处理结球生菜产量与土壤指标对比

由图 2~7 可知, 蔬菜废弃物堆肥肥效试验, 堆肥还田 T1 的产量比对照 T2 提高 7.73%, 土壤 PH 升高 0.27 个单位、有机质含量提高 12.31%、碱解氮含量提高 6.46%, 有效磷含量提高 83.15%, 速效钾含量提高 0.37%, 均高于 T2。说明蔬菜废弃物堆肥后还田种植结球生菜, 提高了结球生菜产量和土壤肥力, 还田效果良好, 可以循环用于蔬菜生产。

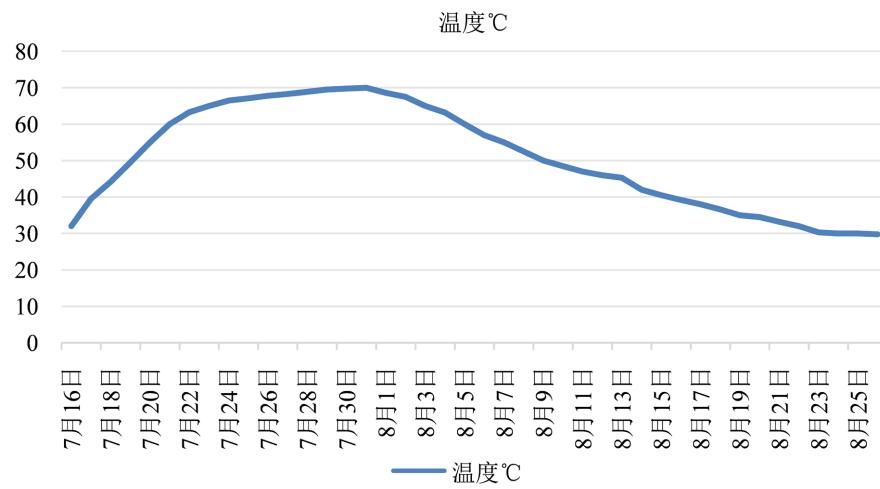


Figure 1. Temperature change of the pile
图 1. 堆体温度变化

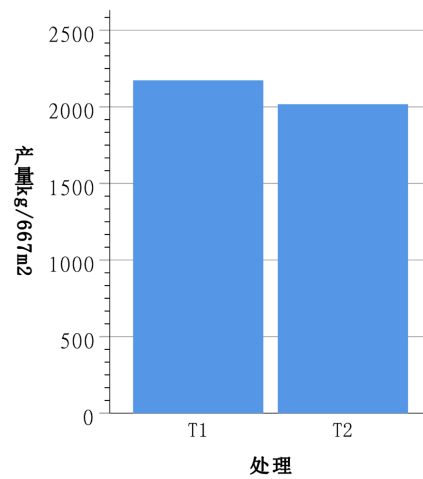


Figure 2. Head lettuce yield
图 2. 结球生菜产量

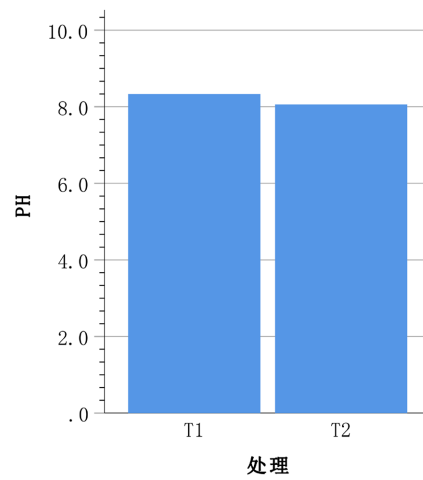


Figure 3. Soil PH
图 3. 土壤 PH

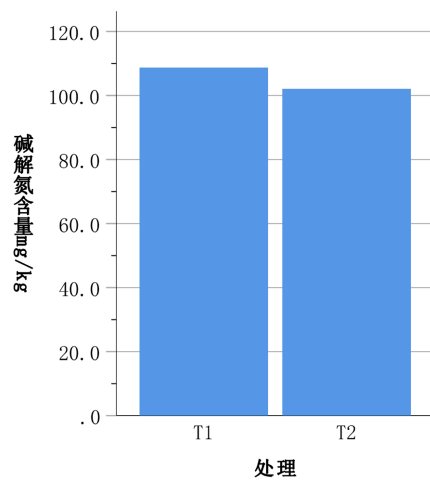


Figure 4. Soil alkali-hydrolyzable nitrogen content
图 4. 土壤碱解氮含量

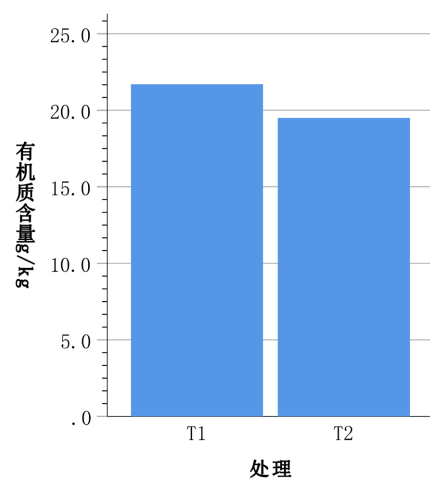


Figure 5. Soil organic matter content
图 5. 土壤有机质含量

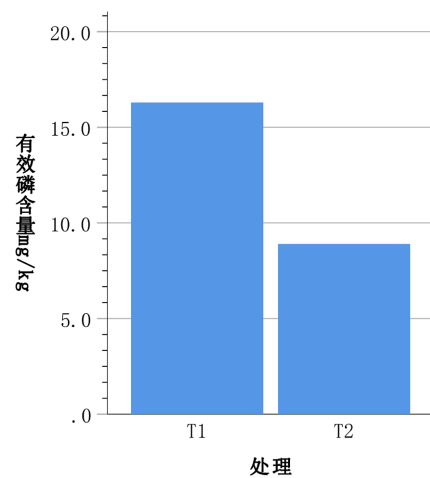


Figure 6. Soil available phosphorus content
图 6. 土壤有效磷含量

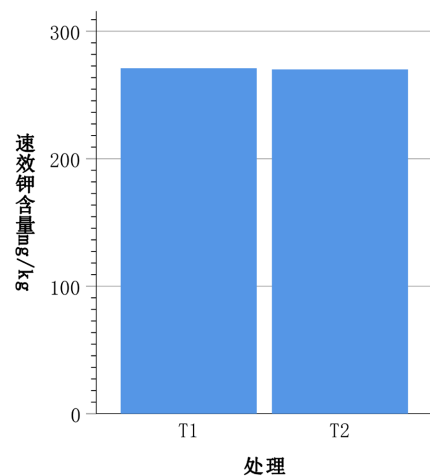


Figure 7. Soil available potassium content
图 7. 土壤速效钾含量

4. 讨论与结论

4.1. 讨论

蔬菜废弃物堆肥辅料及堆肥腐熟感官评价指标。实际生产中，一般通过感官判断堆肥的温度、颜色和气味的变化，作为评价堆肥腐熟的辅助性指标。在堆肥过程中，温度变化包括升温期、高温期、降温期和稳定期四个阶段。根据《粪便无害化卫生标准(GB7959-2012)》，堆温 $\geq 55^{\circ}\text{C}$ 至少持续 10 d 或堆温 $\geq 55^{\circ}\text{C}$ 至少持续 5 d，能够使得堆肥样品达到无害化要求，腐熟的堆肥呈褐色或者灰褐色，无恶臭，带有泥土味[7]。添加鸡粪可以加速堆肥升温并延长堆肥高温期时间，添加 25%鸡粪处理腐熟程度最高[8]。蔬菜废弃物和玉米秸秆体积比控制在 3:2 和 2:3 之间有利于堆料的腐熟和养分的保持[9]。本试验堆肥原料由番茄秧、通过秧、玉米芯、鸡粪组成，混合体积比为 3:2:1，过程温度变化符合堆肥温度变化规律， 55°C 以上天数 17 d， 65°C 以上天数 10 d，腐熟后的堆肥灰褐色、无恶臭，可以判断为完成堆肥腐熟过程，也与有关研究结果相吻合。

蔬菜废弃物堆肥肥效分析。适量添加鸡粪可以有效促进堆肥腐殖酸的生成[8]，施入土壤可以提高土壤有机质含量。蔬菜废弃物在堆肥过程中分解成各类易被植物吸收的营养，堆肥肥料的施用促进了土壤微生物的增殖，土壤微生物促进了土壤养分活化，从而提高土壤养分含量[10]。蔬菜废弃物与鸡粪联合自制堆肥，堆肥原料的 C/N 比 25:1，水分含量 65%，EM-1 菌接种量 3‰，堆肥后可做基肥和追肥施用，肥效与市售有机肥相当[7]。本试验结球生菜种植中施用堆肥提高了结球生菜产量和土壤肥力指标，验证了蔬菜废弃物堆肥肥料的可行性与有效性。

4.2. 结论

综上所述，番茄秧和甜瓜秧，与辅料玉米芯、烘干鸡粪混合堆肥，原料混合番茄秧 + 甜瓜秧: 玉米芯: 干鸡粪体积比为 3:2:1，加入包含枯草芽孢杆菌、酿酒酵母、绿色木霉等微生物菌剂的腐熟剂，有效活菌数 ≥ 5.0 亿/g，施用量 0.5 kg/m^3 ，进行高温堆肥。堆肥过程 55°C 以上天数 17 d， 65°C 以上天数 10 d，腐熟后的堆肥灰褐色、无恶臭。制成的堆肥肥料用于种植结球生菜，提高了结球生菜产量和土壤肥力，效果良好。

基金项目

安阳市 2023 年度科技攻关项目(2023C01NY030)。

参考文献

- [1] 李天来. 设施蔬菜产业发展(一)我国设施蔬菜产业发展现状及展望[J]. 中国蔬菜, 2023(9): 1-6.
<https://doi.org/10.19928/j.cnki.1000-6346.2023.1033>
- [2] 张惠, 段亚军, 王小敏, 等. 腐熟菌剂和辅料组合对蔬菜废弃物堆肥进程和腐熟度的影响[J]. 中国蔬菜, 2021(9): 69-77. <https://doi.org/10.19928/j.cnki.1000-6346.2021.1037>
- [3] 孔涛, 李勃, 柯杨, 等. 蔬菜废弃物堆肥对设施蔬菜产量和土壤生物特性的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2017(5): 157-160.
- [4] 赵自超, 姚利, 付龙云, 等. 蔬菜废弃物堆肥对小油菜产量和品质的影响[J]. 中国沼气, 2020, 38(2): 71-74.
- [5] 孔涛, 李勃, 柯杨, 等. 蔬菜废弃物堆肥对设施蔬菜产量和土壤生物特性的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2017(5): 157-160.
- [6] 葛立傲, 奚丹丹, 张继宁, 等. 蔬菜废弃物堆肥还田对番茄产量品质以及土壤理化性质的影响[J]. 长江蔬菜, 2024(12): 72-75.
- [7] 蒋祖福. 蔬菜废弃物与鸡粪联合快速发酵堆肥及肥效研究[D]: [硕士学位论文]. 重庆: 重庆工商大学, 2020.
<https://doi.org/10.27713/d.cnki.gcqgs.2020.000214>
- [8] 张陆, 曹玉博, 王惟帅, 等. 鸡粪添加对蔬菜废弃物堆肥腐殖化过程的影响[J]. 中国生态农业学报(中英文), 2022, 30(2): 258-267.
- [9] 项娟, 李冰, 吴迪, 等. 优化蔬菜废弃物和玉米秸秆配比对堆肥腐熟度的影响[J]. 中国瓜菜, 2023, 36(2): 49-55.
<https://doi.org/10.16861/j.cnki.zggc.2023.0041>
- [10] 孔涛, 伏虹旭, 吕刚, 等. 低分子量有机酸对滨海盐碱土壤磷的活化作用[J]. 环境化学, 2016, 35(7): 1526-1531.