

农业有机废料发酵对有机栽培基质的效果研究

曹云娥¹, 马双燕², 黄学春¹

(1. 宁夏大学 农学院, 宁夏 银川 750021; 2. 贺兰县农牧局, 宁夏 银川 750200)

摘 要:以玉米秸秆、菇渣、鸡粪、苜蓿、牛粪、稻壳等农业废弃物为有机栽培基质的主要发酵原料,在发酵中期及发酵结束后分别测定基质的容重、总孔隙度、有机质、碱解氮、速效磷、速效钾的含量。结果表明:有机发酵栽培基质配方中含一定比例鸡粪、牛粪等材料的基质发酵速度较快,具有较为适宜的 pH、EC、C/N 比、容重和总孔隙度,有机质、速效养分的含量也相对较高。在 9 种基质配方中,T1、T2、T3、T5 和 T6 配方处理在发酵结束后,各项指标相对更加适宜作物栽培,可直接应用于生产。

关键词:农业有机废料;堆肥发酵;有机基质
中图分类号:S 153.6 文献标识码:A 文章编号:1001-0009(2011)21-0013-04

有机基质栽培的关键是基质的选择。国内外关于栽培基质方面的研究报道很多,但主要集中在蛭石、珍珠岩、泥炭、棉渣、蔗渣、炉渣、菇渣、稻壳、农作物秸秆等方面,对农村大量存在的家畜、家禽粪便和农业有机废弃物共同发酵作为基质的研究相对较少。随着农村各地养殖业的发展,农业有机废弃物的来源越来越多,价格也相对低廉^[1]。有机废弃物含有丰富的养分和生物活性物质,经过处理使之作为无土栽培基质或肥料的研究和应用,不仅解决了环境污染的问题,而且解决了有机栽培基质价格高的问题,该领域的研究和应用会有广阔的市场前景^[2]。现采用玉米秸秆、废菇渣、牛粪、鸡粪等农业废弃物,取代草炭作为无土栽培基质,可显著降低无土栽培的成本,有效利用当地农业有机废弃资源,克服土壤连作障碍,为有机蔬菜生产提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验于 2010 年 6 月 15 日至 7 月 25 日在宁夏贺兰县园艺产业园内进行。试验的发酵原料为玉米秸秆、菇渣、鸡粪、苜蓿、牛粪、稻壳,均来自园艺产业园附近的农户。发酵菌剂采用北京京圃园生物工程有限公司生产的京圃园有机废弃物发酵菌曲。

1.2 试验方法

试验采用单因素完全随机设计,共进行了 9 种基质发酵试验(表 1),每处理 3 次重复,每重复发酵基质体积为 1 m³左右。在有机基质发酵过程中每天同一时间(17:00)记载发酵温度(℃)变化,每 10 d 进行发酵基质的 pH、EC 的测定,在发酵中期及发酵结束后分别进

行基质的容重、总孔隙度、有机质、碱解氮、速效磷、速效钾的测定。

表 1 不同有机发酵基质配方

Table 1 Different organic fermentation substrate formula		
基质 Substrate	配方 Formula	体积比 Volume ratio
T1	黄牛粪:玉米秸:鸡粪	2:2:1
T2	玉米秸:菇渣:鸡粪	2:1:1
T3	玉米秸:鸡粪	2:1
T4	玉米秸:稻壳:鸡粪	2:1:1
T5	黄牛粪:苜蓿	2:1
T6	菇渣:黄牛粪:鸡粪	1:2:1
T7	黄牛粪:鸡粪	2:1
T8	黄牛粪:鸡粪:稻壳:玉米秸	1:1:1:2
T9	黄牛粪	—

1.3 项目测定

基质容重、总空隙度用饱和浸提法测定^[3];有机质用重铬酸钾法测定^[3];碱解氮用还原碱解扩散法测定^[3];速效磷采用碳酸氢钠浸提,钼锑抗比色法测定^[3];速效钾采用中性醋酸铵浸提,火焰光度法测定^[3];pH 用电位法测定^[3];EC 用电导率测定仪测定^[3]。

1.4 数据处理

数据处理及作图采用 Excel 2003 和 DPS 7.05 版。

2 结果与分析

2.1 不同处理对基质发酵过程中温度变化的影响

由图 1 可知,每个处理在发酵过程中温度变化均表现为基本相同的曲线:在短期内(3~9 d)迅速上升,然后一直保持在较高的温度范围(10~26 d),然后温度逐渐下降,最后直至与外界温度基本一致(27~40 d 时)。最高发酵温度达到 60.0℃ 以上的处理包括 T7、T9、T5、T1,该组处理在发酵过程中升温速度最快,3~4 d 则开始快速升温,高温持续时间相对较短,温度达到最高点后下降速度较快;T7 处理在整个发酵过程中温度最先达到最高点 62.3℃,且 50.0℃ 以上发酵温度维持了 14 d 左右,T9、T5、T1 处理发酵最高温度分别

第一作者简介:曹云娥(1977-),女,硕士,讲师,现主要从事蔬菜生理与设施环境调控等研究工作。E-mail:caohua3221@163.com。
基金项目:宁夏农业综合开发资助项目(2009-03)。
收稿日期:2011-08-23

达到 62.0、61.0、63.3℃, 50.0℃ 以上发酵温度分别维持了 16、16、20 d 左右。T2、T3、T6、T8 处理在发酵过程中升温速度居中, 该组处理 7~8 d 开始快速升温, 高温持续时间相对较长, 温度下降速度相对缓慢; 最高温度值分别为 60.0、60.1、60.0、61.0℃, 50.0℃ 以上发酵温度分别维持了 19、18、19、18 d 左右。T4 处理在发酵过程中升温速度最慢, 12 d 开始进入高温时期,

50.0℃ 以上发酵温度持续时间较长, 约 19 d 左右, 温度下降速度最慢, 最高温度为 60.0℃。这可能与不同有机物料本身的特性有关, 鸡粪属于热性肥料, 牛粪属于温和肥料, 含鸡粪、牛粪多的基质则升温速度较快, 发酵温度相对高于其它处理。说明在农业有机废弃材料中, 农作物秸秆与适当的粪畜肥料互配发酵有机基质, 比单一使用秸秆或粪畜肥发酵更为合理。

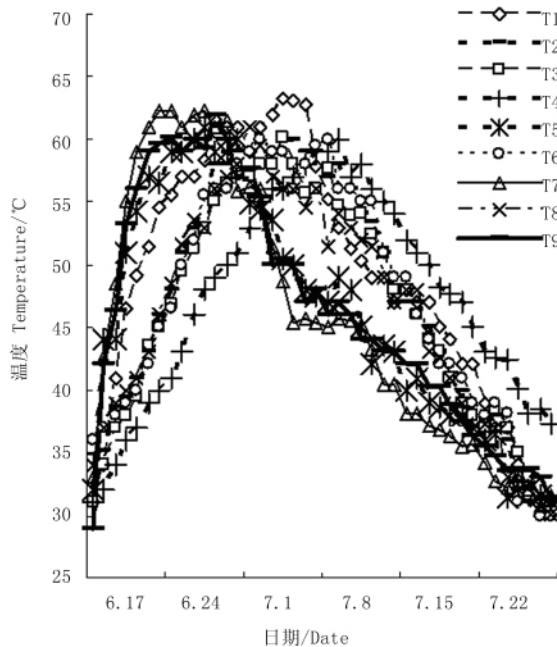


图 1 不同有机物料配比发酵基质温度的变化
Fig. 1 The variation of temperature of fermentation substrate

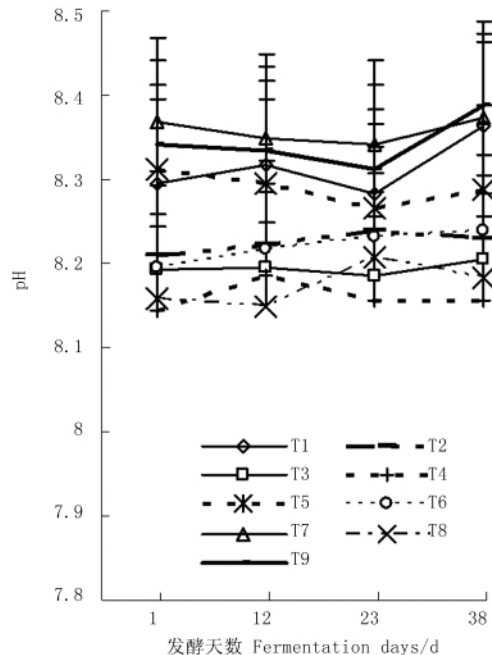


图 2 不同有机物料配比发酵基质 pH 的变化
Fig. 2 The variation of pH of fermentation substrate

2.2 不同处理对基质发酵过程中 pH 变化的影响

微生物的生命活动显著影响基质发酵的速度和腐熟的程度, pH 是影响微生物生长的重要因素, 微生物最适宜的 pH 值是中性或微碱性^[4-5]。由图 2 可知, 与发酵初期的 pH 相比, 每个处理在发酵过程中 pH 均有先下降又略微上升的现象。T5、T7、T9 处理 pH 在整个发酵过程中高于其它处理, 发酵结束后 pH 分别为 8.29、8.37、8.39; T3、T4、T8 处理的 pH 较其它处理低, 发酵结束后 pH 分别为 8.21、8.16、8.18; 其它处理之间没有显著性差异, 发酵结束后 pH 在 8.23~8.36 之间。结果表明, 大部分处理的 pH 处于弱碱环境, 相对有利于微生物的生存。

2.3 不同处理对基质发酵过程中 EC 值的影响

EC 值在某种程度上反应了基质中养分离子的含量。由图 3 可知, 每个处理在发酵过程中均表现为 EC 值不断上升的现象, 表明在基质发酵过程中养分离子在不断地释放。且各个处理 EC 值在发酵过程中表现为 T7>T9>T6>T1>T3>T5>T2>T8>T4 的规律, 说明含鸡粪、牛粪多的基质的 EC 值相对较高。

2.4 不同处理对基质发酵过程中 C/N 比的影响

C/N 比是影响基质发酵效果的重要因素, 基质发酵过程中的理想碳氮比为 (20~35):1^[4-5]。由图 4 可

知, 在发酵初期, 各处理碳氮比相差较大, 在 21.4~51.5 之间, T4 处理的碳氮比极显著性地高于其它处理, T2、T3、T6、T8 极显著地高于 T1、T5、T7、T9, T5、T7、T9 之间没有显著性差异。在发酵末期, 各处理的碳氮比显著下降, T4、T6、T8 处理的碳氮比显著高于其它处理, 分别为 37.6、34.3、36.5; T2、T3 处理碳氮比分别为 32.7、32.9, 极显著高于 T1、T5、T7、T9 处理的 28.6、20.2、19.9 和 21.8。

2.5 不同处理对基质发酵过程中容重的影响

由图 5 可知, 除 T9 处理发酵末期容重略低于发酵中期之外, 其它处理基质容重在发酵末期容重均略高于发酵中期。发酵末期 T7、T9 处理容重显著高于其它处理, T6、T4 处理间容重达到显著性差异, 其它处理之间无显著性差异。由不同有机物料配比的发酵基质中, 秸秆、菇渣、稻壳、苜蓿等相对属于轻质材料, 在配方中该类材料多的基质容重相对较小。

2.6 不同有机物料配比对发酵末期有机质的影响

由图 6 可知, 各个处理有机质变化规律为: T5>T7>T8>T6>T9>T1>T3>T2>T4, T5 处理有机质含量极显著高于其它处理, T7、T8、T6 处理显著高于 T1、T3、T2、T4 处理。基本表现为含鸡粪、牛粪多的基质的有机质含量相对较高。

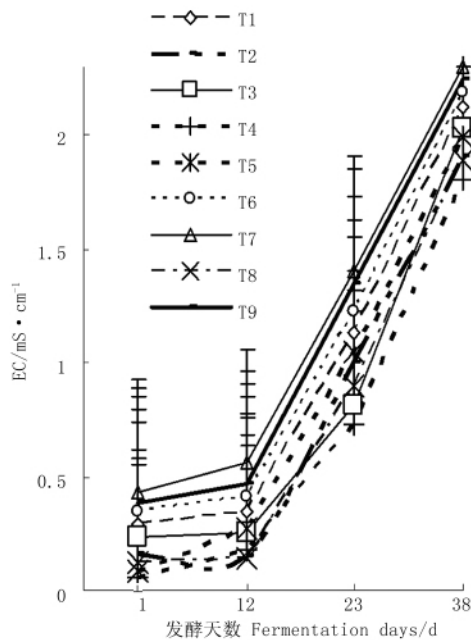


图3 不同有机物料配比发酵基质 EC 的变化
Fig.3 The variation of EC of fermentation substrate

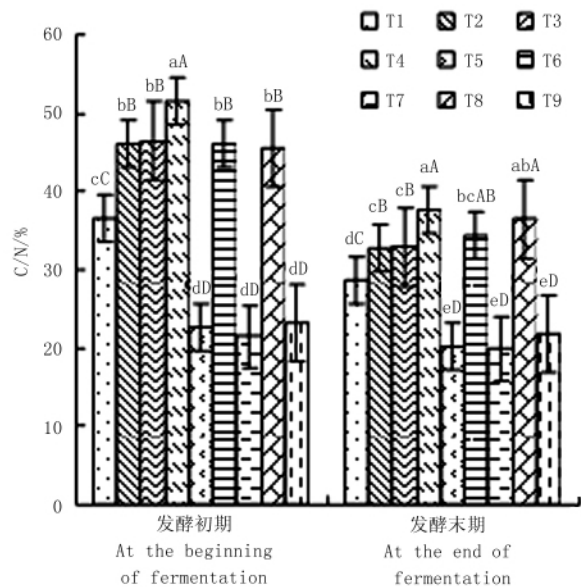


图4 不同有机物料配比发酵基质 C/N 比的变化
Fig.4 The variation of C/N of fermentation substrate

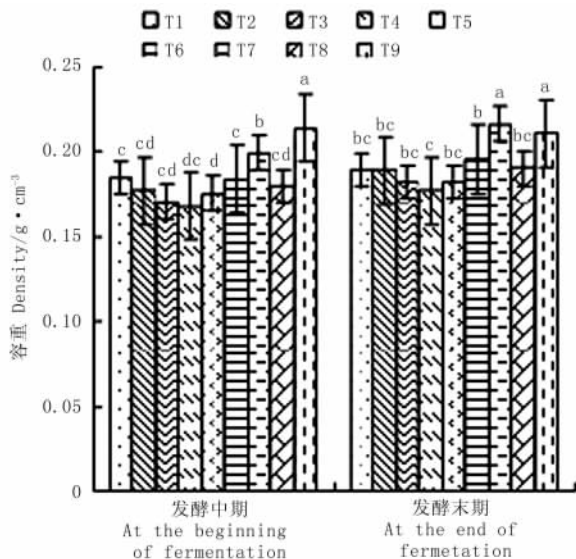


图5 不同有机物料配比发酵基质容重的变化
Fig.5 The density of fermentation substrate

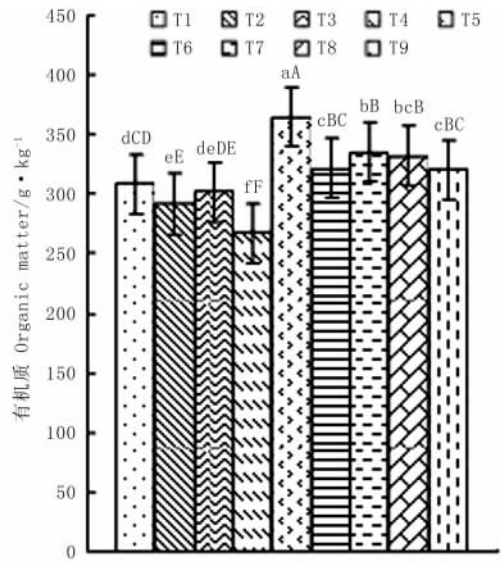


图6 发酵末期不同有机物料配比发酵基质的有机质
Fig.6 The organic matter of fermentation substrate

2.7 不同有机物料配比对发酵末期速效养分的影响

由表2可知,除处理9外,发酵末期各个处理总孔隙度均低于发酵中期,T5处理总孔隙度显著高于其它处理,T1、T3、T8处理的总孔隙度显著高于其它处理,说明在发酵基质中秸秆、菇渣、稻壳、苜蓿等轻质材料多的处理基质的总孔隙度则相对较高。对每个处理而言,发酵中期的速效氮均高于发酵末期,说明在基质发酵过程中速效氮略有损失;在发酵中期T5处理的速效氮极显著高于其它处理,在发酵末期T5、T1、T2处理的速效氮极显著高于其它处理;其它处理之间也达到了显著性差异,表现T6>T3>T7>T9>T4>T8的规律,说明含有苜蓿的处理速效氮含量较高,含有鸡

粪、牛粪多的处理速效氮的含量也相对较高。

速效磷和速效钾在发酵过程中的变化规律基本相同,均表现为发酵末期高于发酵中期。在发酵中期T7、T8处理的速效磷显著高于其它处理;发酵末期中T7、T8、T4、T3处理的速效磷显著高于T1、T2、T6、T9处理;在发酵中期T5的速效钾极显著高于其它处理,T1、T2、T3处理显著高于T4、T7、T8、T9处理;在发酵末期T1、T5、T4处理速效钾含量分别达到了15541.7、15441.7和15915.0 mg/kg,极显著高于T2、T3、T6、T7、T8、T9处理,说明含有苜蓿的处理速效钾含量较高,含有鸡粪、牛粪多的处理速效钾的含量也相对较高。

表 2 不同有机发酵基质速效养分含量

Table 2 The content of available nutrient in different organic fermentation substrate

基质 Substrate	总孔隙度 Total porosity/%		速效氮 Available N/mg · kg ⁻¹		速效磷 Available P/mg · kg ⁻¹		速效钾 Available K/mg · kg ⁻¹	
	发酵中期 Mid-fermentation	发酵末期 End-fermentation	发酵中期 Mid-fermentation	发酵末期 End-fermentation	发酵中期 Mid-fermentation	发酵末期 End-fermentation	发酵中期 Mid-fermentation	发酵末期 End-fermentation
T1	83. 1bB	72. 3bCB	1 417. 7bB	1 110. 0abA	971. 7cBC	1 101. 3cdeBC	13 089. 0bB	15 541. 7aAB
T2	82. 3bB	71. 7cBC	1 278. 3cCD	1 079. 0bcAB	942. 7cdC	1 047. 3deC	12 371. 3cB	14 927. 7bcBC
T3	86. 6aA	72. 2bCB	1 184. 0eE	972. 0dC	928. 0dC	1 174. 0bcAB	12 597. 3bcB	9 508. 0eE
T4	85. 3aA	70. 5dCD	854. 0gG	834. 0fD	981. 0bcBC	1 200. 3abAB	9 287. 0dC	15 441. 7abAB
T5	85. 2aA	77. 6aA	1 494. 3aA	1 125. 3aA	817. 7eD	1 142. 3bcAB	15 362. 3aA	15 915. 0aA
T6	82. 4bB	72. 1bcBC	1 288. 7cC	1 050. 3cB	978. 7bcBC	1 039. 7eC	13 002. 3bB	14 685. 0cC
T7	70. 6cC	69. 7deD	1 228. 3dDE	966. 0dC	1 018. 0abAB	1 263. 0aA	9 527. 3dC	10 370. 3dD
T8	82. 8bB	73. 2bB	857. 3gG	826. 7fD	1051. 7aA	1 211. 0abAB	9 009. 7dC	9 438. 3eE
T9	71. 7cC	69. 0eD	975. 3fF	916. 0eC	947. 3cdC	1 119. 0cdBC	9 156. 7dC	9 510. 0eE

3 结论

基质发酵温度与不同有机物料本身的特性有关,含鸡粪等热性肥料多的基质的发酵温度则容易先达到最高值,且高温持续时间较长。在农业有机废弃材料中,农作物秸秆与适当的粪畜肥料互配发酵有机基质,比单一使用秸秆或粪畜肥发酵更为合理。

基质发酵过程中 pH 有缓慢上升的现象,大部分处理的 pH 处于弱碱环境,相对有利于微生物的生存。每个处理在发酵过程中均表现为 EC 值不断上升的现象,表明在基质发酵过程中养分离子在不断释放。发酵末期各个处理的碳氮比显著下降。大部分处理基质容重在发酵末期略高于发酵中期,总孔隙度则表现为相反的规律。含鸡粪、牛粪多的基质的有机质含量相对较高。

对每个处理而言,发酵中期的速效氮均高于发酵末期,发酵末期各处理的速效磷、速效钾均高于发酵中期。说明在基质发酵过程中速效氮略有损失,而速效磷、钾在基质发酵过程中不断缓慢释放。含有苜蓿的处理速效氮、磷、钾含量均较高,含有鸡粪、牛粪多的处理速效氮、磷、钾的含量也相对较高。

综上所述说明,在有机基质发酵过程中,适当加入鸡粪、牛粪等材料,有利于基质保持适当的 C/N 比,有

利于提高基质的发酵速度及保持栽培基质的养分平衡,综合各项指标认为,T1、T2、T3、T5、T6 处理较适宜直接应用于生产。

参考文献

- [1] 刘兴发,樊桂云. 蔬菜无土栽培现状及前景[J]. 吉林农业,2002(5):24-25.
- [2] 王康峰. 几种基质配方对日光温室番茄栽培的研究[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2007.
- [3] 邹琦. 植物生理学实验指导[M]. 3 版. 北京:中国农业出版社,2002.
- [4] 于艳辉,程智慧,张庆春. 五种微生物发酵剂对玉米芯的发酵效果[J]. 北方园艺,2010(14):27-31.
- [5] 闫会玲,程智慧,孟焕文. 不同微生物菌剂及牛粪对麦糠发酵的作用[J]. 麦类作物学报,2010,30(5):881-885.
- [6] 汪兴汉. 蔬菜栽培设施学[M]. 北京:中国农业出版社,2003.
- [7] 李式军,高丽红,庄仲连. 我国无土栽培研究新技术新成果及发展动向[J]. 长江蔬菜,1997(5):1-4.
- [8] 正龙化. 中国大陆无土栽培发展概况[J]. 广西农业科技,2003(6):34-35.
- [9] 史洲举. 枫叶二号甜瓜秋季有机生态型无土栽培技术[J]. 北京农业,2002(5):44-45.
- [10] 徐永艳. 我国无土栽培发展的动态研究[J]. 云南林业科技,2002(3):90-94.
- [11] 蒲兴秀. 番茄有机生态型无土栽培技术试验研究[D]. 兰州:甘肃农业大学,2005.
- [12] 刘艳鹏,余宏军,蒋卫杰,等. 不同有机肥种类对无土栽培番茄生长及品质的影响[J]. 北方园艺,2007(7):1-3.

The Effect of Different Organic Wasted as Eco-organic Soilless Cultivation Substrate

CAO Yun-e¹, MA Shuang-yan², HUANG Xue-chun¹

(1. College of Agriculture, Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750021; 2. Agricultural Development Office of Helan, Yinchuan, Ningxia 750200)

Abstract: Taking the corn stalks, mushroom residue, chicken manure, clover, cow manure, rice husk as the main fermentative resources of eco-organic soilless cultivation matrix, the unit weight, total pore space, organic matter, available nitrogen, available phosphorus, available potassium were determined in the middle of fermentation and after fermentation. The results indicated that it could accelerate the ferment speed and had a proper pH, EC, C/N, volume weight and total porosity, also had higher organic matter, available N, available P, available K. Among nine of cultivation matrix formula, the treatments of T1, T2, T3, T5 and T6 were all relatively more suitable for cultivation and could be applied directly to the production.

Key words: organic compost; ferment; organic cultivation substrate