

刘 宇,席运官,高 丽,等. 有机农场蔬菜废弃物堆肥效果研究[J]. 江苏农业科学,2021,49(1):182-186.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2021.01.033

有机农场蔬菜废弃物堆肥效果研究

刘 宇¹, 席运官¹, 高 丽¹, 和丽萍², 李丽娜², 杨涛明²

(1. 生态环境部南京环境科学研究所, 江苏南京 210042; 2. 云南省生态环境科学研究院, 云南昆明 650034)

摘要:为满足有机农业相对闭环的物质循环体系对有机肥的需求,对有机种植背景下蔬菜废弃物的堆肥效果进行初步研究。采用腐殖土和鸽子粪堆肥,并用 10%、20% 和 30% 的有机蔬菜废弃物对腐殖土进行替换。结果表明,20% 和 30% 废弃蔬菜替代量堆肥处理组的速效养分与对照组相比均有所提高;堆肥结束后剩余总养分含量随蔬菜废弃物添加比例的提高而逐渐增加,表现为 30% 废弃蔬菜替代量处理组 > 20% 废弃蔬菜替代量处理组 > 10% 废弃蔬菜替代量处理组 > 对照组;新鲜蔬菜废弃物添加比例越高,有机质含量下降幅度越大,其中 30% 废弃蔬菜替代量处理组下降幅度最大,与堆肥前相比有机质含量下降 38.1%。

关键词:有机农业;蔬菜废弃物;堆肥;有机肥;堆肥养分

中图分类号:S141.4;X712 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2021)01-0182-04

现代常规农业虽然大大加快了劳动生产效率,但因大量农药化肥使用所带来的问题逐渐走入困境,其给生态环境和土地持续生产力所带来的负面影响正受到越来越多的关注。在这种背景下,有机农业逐渐走入大众的视线^[1-2]。与现代常规农业不同,有机农业提倡封闭体系中的内部物质循环,过程中不添加外来化学产品,这在改善生态环境以及保障食品安全上有重要的意义。

我国是蔬菜生产大国,其产值在种植业中仅次于粮食^[3]。近年来,随着我国经济的发展,采用有机模式种植蔬菜的面积逐年增多。截至 2018 年,有机蔬菜生产面积达到了 4.2 万 hm^2 ,同期处于转换期的蔬菜生产面积为 2.6 万 hm^2 ^[4]。与此同时,大量的蔬菜废弃物所带来的环境问题日趋严重,而且蔬菜废弃物无法及时利用,也造成了资源的极大浪费。有研究表明,目前解决蔬菜废弃物问题的有效途径是堆肥处理^[5]。张相锋等用蔬菜废弃物、石竹和鸡舍废物进行堆肥,20 d 后获得的堆肥品质良好^[6];王亚利等发现,施用蔬菜废弃物堆肥的鸡毛菜,相较于施用商品有机肥的鸡毛菜,株高和叶面

积都有显著增加,且其中的氮、磷、钾、钙和镁元素的含量也有显著提高^[7]。有机农业须要在一个相对闭环的体系里进行物质循环,且有机生产所需物质的全部或大部分均来自有机农场^[8]。目前,我国有机种植业与养殖业分离,依靠有机种植业内部养分循环往往很难满足生产需求,外购的商品有机肥或畜禽粪便作为主要养分来源,须通过有机认证或经认证机构许可。研究有机农场蔬菜废弃物堆肥化,既可以解决废弃蔬菜所带来的污染问题,同时也保证了有机农业对于有机肥原料来源的要求,实现有机农业封闭体系的物质循环,为有机农业的发展注入新的动力。

1 材料与方法

1.1 试验地点和供试材料

试验于 2019 年 4—7 月在云南省昆明市盘龙区滇源街道有机种植基地内进行,试验地位于 25°29'N, 102°87'E,属于亚热带季风气候,年平均降水量为 1 000.5 mm,年平均气温为 14.9 ℃。

本次试验堆肥原料为鸽子粪,有机生产废弃蔬菜和腐殖土。腐殖土采集于附近山林,含腐烂的枯枝落叶的表层土。有机生产废弃蔬菜是生产过程中不符合产品标准而废弃的蔬菜,切成长为 5 cm 左右的小段用于堆肥试验。各堆肥原料基本性质见表 1。微生物菌剂采用河南省沃宝生物科技有限公司提供的堆肥专用微生物菌剂(有效微生物含量 $\geq 1 \times 10^{10}$ 个/g)。

收稿日期:2020-04-01

基金项目:云南省生态环境厅土壤修复项目(编号:YNZDZB[2017]002);国家公益性科研院所基本科研业务专项(编号:GYZX200104)。

作者简介:刘 宇(1992—),女,黑龙江哈尔滨人,硕士,主要从事重金属污染土壤修复研究。E-mail:1520079591@qq.com。

通信作者:席运官,博士,研究员,主要从事农业环境保护与有机农业研究。E-mail:xyg@nies.org。

表 1 堆肥原材料的基本性状

原材料	有机质含量 (%)	全氮含量 (g/kg)	全磷含量 (g/kg)	全钾含量 (g/kg)
鸽子粪(干基)	27.1	3.10	5.21	2.34
腐殖土(干基)	34.0	1.08	0.62	1.59
废弃蔬菜混合物(干基)	33.8	4.14	1.31	4.01

1.2 堆肥试验

堆肥试验始于 2019 年 4 月 30 日,在有机种植基地的堆肥厂进行。堆肥厂采用的堆肥配方为鸽子粪和腐殖土(质量比为 1 : 1)。本试验采用不同量的废弃蔬菜对腐殖土进行替换,具体堆肥配方如表 2 所示。每个堆肥处理用料共计 400 kg。各处理堆制时,将鸽子粪、腐殖土和蔬菜废弃物按表 2 设置的 比例分别充分混匀。称取 40 g 菌剂干粉,与 20 kg 水充分混匀后,在堆肥混匀过程中均匀喷施到堆肥材料中。微生物菌剂添加量为 0.01% (质量比),使堆体微生物含量不低于 10⁶ 个/g。添加微生物菌剂后,将堆体的含水量调至 65% 左右,充分搅拌均匀。采用静态高温堆腐,堆制成基座约 2 m 宽、1.5 m 高的圆锥体。堆肥过程中,每 3 d 进行 1 次翻抛,堆肥周期为 68 d。堆肥过程中,分别在第 7、第 21、第 49、第 63 天收集堆肥样品。将堆体平均分为上、中、下 3 层,每层每次采样选择 3 个点,每个点从堆肥外层和内层各取约 200 g 样品,混匀。将堆肥样品风干磨细后,分别过 100 目和 20 目筛用于理化性质的测定。

1.3 测定项目

堆肥温度测定:每天 09:00 采用热电偶双金属温度计(型号:wb-036)从堆体四周垂直插入(距离地面 30 cm),记录堆体温度,所得平均值为最终堆体温度。

含水率的测定采用 105 ℃烘干称质量法。有机肥料样品养分含量采用 NY 525—2012《有机肥料》的方

表 2 堆肥原料配比

处理	用量(g)		
	蔬菜废弃物	腐殖土	鸽子粪
GMA(对照)	0	200	200
GMB	40	160	200
GMC	80	120	200
GMD	120	80	200

法测定。总氮含量采用半微量凯氏定氮法测定;总磷含量采用钼锑抗显色法测定;碱解氮含量采用碱解扩散法测定;速效磷和有机质含量采用重铬酸钾氧化法测定。总钾和速效钾含量采用原子吸收光谱仪测定。碳氮比(C/N)计算方法为总碳与总氮的比例。

1.4 数据分析

利用 Excel 2017 和 SPSS 19.0 进行数据处理分析,采用 Origin Pro 2016 绘制图片。

2 结果与分析

2.1 不同处理堆肥过程中温度的变化特征

微生物在堆肥过程中通过新陈代谢分解有机物,产生大量的热,使堆体温度升高^[9],在微生物的作用下,堆体会经历升温、高温和降温等 3 个阶段^[10-11]。可借助堆肥温度的变化判断堆肥进程。如图 1 所示,各处理堆体的温度总体变化趋势相似。本试验中 4 个处理升温阶段较短。堆置第 2 天,4 个处理堆体的温度均迅速上升至 50 ℃ 以上。GB 7959—2012《粪便无害化卫生要求》中规定,粪便无害化须要维持发酵温度 50 ℃ 以上超过 5 d。GMA、GMB、GMC 和 GMD 处理堆体温度超过 50 ℃ 的天数分别为 31、29、30、30 d,结果表明,本试验堆肥处理均符合堆肥的标准。有研究表明,一些病原微生物会在堆肥温度高于 55 ℃ 时死亡^[12]。GMA、GMB、GMC 和 GMD 处理堆体温度超过 55 ℃ 的天数分别为 23、20、23、21 d。

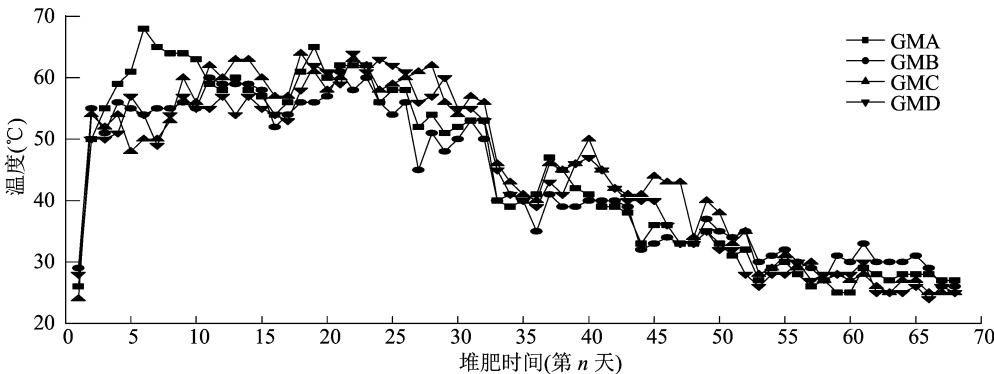


图1 不同处理堆肥过程中温度的变化

2.2 不同处理堆肥过程中 pH 值的变化特征

堆肥过程中,堆体的 pH 值变化会受到微生物分解活动的影响。如图 2 所示,本试验堆肥过程中,4 个处理的 pH 值均呈弱碱性,呈现先上升后下降的趋势。前人研究发现,pH 值升高是由于有机氮被微生物分解后形成铵态氮所致^[13]。而堆肥中后期,微生物矿化作用减弱,硝化细菌开始活跃,将铵态氮通过硝化作用转变为硝态氮,pH 值降低。废弃蔬菜中含有大量的有机氮,本研究发现,随着废弃蔬菜添加比例的升高,堆体的 pH 值也逐渐升高。蔬菜废弃物添加量为 30% 的 GMD 处理在堆肥各阶段,pH 值均明显高于其他 3 个处理。添加量为 20% 的 GMC 处理次之。而添加量为 10% 的 GMB 处理与 GMA 处理在堆肥各阶段 pH 值没有明显差异。这可能是由于蔬菜添加量较少,对堆肥过程中的 pH 值影响不大造成的。

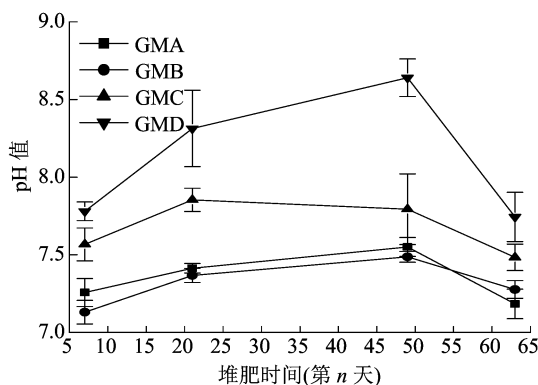


图2 不同处理堆肥过程中 pH 值的变化

2.3 不同处理堆肥过程中有机质含量的变化特征

有机质的分解可以为微生物生长繁殖、新陈代谢提供能量^[14],有机物在微生物的作用下最后会转化为稳定腐殖质;一般而言,随着堆肥的进行,有机质含量会逐渐下降,且其降解过程主要集中在高温阶段^[15-16]。如图 3 所示,堆肥过程中各处理有机质含量均呈下降趋势。与起始堆肥相比,堆肥结束后 GMA、GMB、GMC 和 GMD 处理有机质含量分别降低 31.6%、33.3%、37.0%、38.1%,GMA 的有机质含量最高,其次是 GMB、GMC 和 GMD 处理。随着新鲜废弃蔬菜添加比例的提高,有机质含量下降比例越高。新鲜废弃蔬菜中含有大量的易分解有机物,在好氧堆肥过程中被微生物降解,导致堆肥有机质含量下降较高。堆肥结束后,GMA、GMB、GMC 和 GMD 处理有机质含量(以干基计)分别为 27.4%、25.7%、24.6%、22.4%。

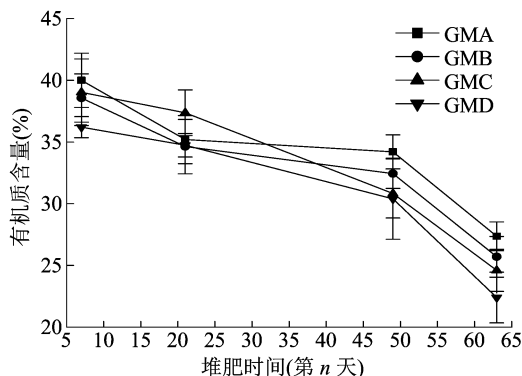


图3 不同处理堆肥过程中有机质含量的变化

2.4 不同处理堆肥过程中速效养分含量的变化特征

如图 4-A 和图 4-B 所示,堆肥过程中碱解氮和速效磷的含量总体呈先升高后降低的趋势。前 20 d 呈上升趋势,可能是由于堆肥初期堆肥温度逐渐升高,含氮和含磷有机物矿化增加造成的^[17]。随着堆肥的进行,有机氮和有机磷含量的减少,以及微生物的同化作用导致后期碱解氮和速效磷含量逐渐减少^[18]。堆肥结束后,GMD 处理的碱解氮和速效磷含量最高,GMC 处理的次之;与对照处理 GMA 相比,GMD 和 GMC 处理碱解氮含量分别提高了 8.31%、2.77%,速效磷含量分别提高了 196.6%、94.1%;GMB 处理与 GMA 处理碱解氮和速效磷含量均无明显差异。

钾作为植物生长发育过程中不可缺少的营养元素之一,可以激发酶的活性,然后通过酶催化植物体内的蛋白合成、光合作用等生命活动^[19]。如图 4-C 所示,堆肥过程中速效钾含量的变化趋势与碱解氮和速效磷不同。随着堆肥的进行,4 个处理速效钾含量均呈增加的趋势。在各个采样时间段,GMD 和 GMC 速效钾的含量均明显高于 GMA 和 GMB 处理。堆肥结束后,GMD 和 GMC 处理的速效钾含量分别比对照处理提高了 57.4%、31.3%。

2.5 不同处理堆肥结束后的总养分含量

堆肥结束后,各处理的总养分含量如图 5 所示。4 个处理总氮、总磷和总钾含量总体趋势基本一致。随着蔬菜替代比例的增加,堆肥结束后剩余总养分含量逐渐增加,表现为 GMD > GMC > GMB > GMA。如图 5-A 所示,GMD、GMC 和 GMB 处理总氮含量与对照相比分别提高了 26.7%、7.5%、3.1%。其中,GMD 处理显著高于 GMA 处理。总磷含量如图 5-B 所示,GMD、GMC 和 GMB 处理分别比对照 GMA

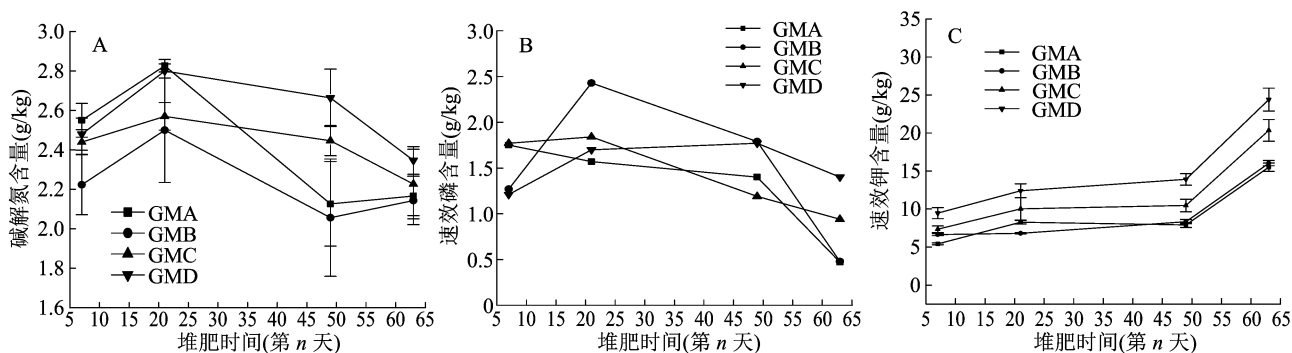


图4 不同处理堆肥过程中速效养分含量的变化

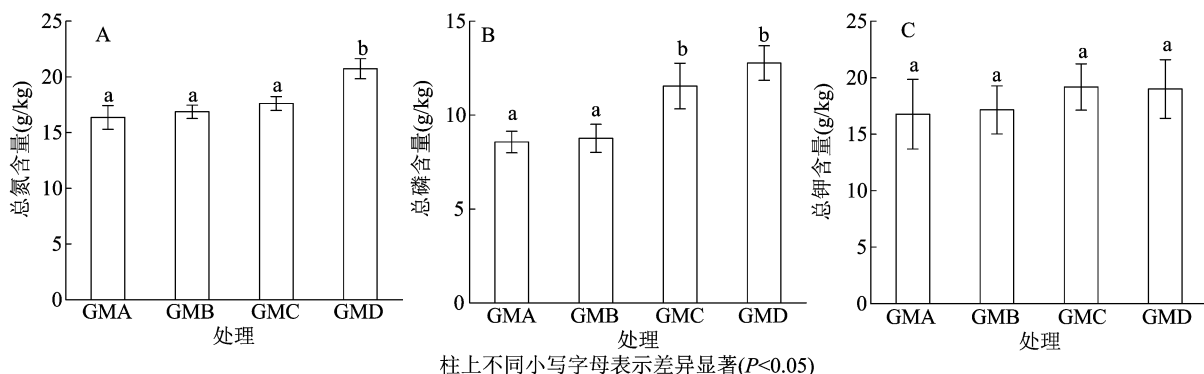
柱上不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)

图5 不同处理堆肥总养分含量

处理提高了 49.1%、38.8%、2.33%。其中,GMD 和 GMC 处理显著高于 GMA 处理。总钾含量如图 5 - C 所示,GMD、GMC 和 GMB 处理分别比对照 GMA 处理提高了 13.3%、14.3%、2.23%,但各处理之间均无显著性差异。

3 讨论与结论

本研究在鸽子粪和腐殖土(质量比为 1 : 1)堆肥中,分别采用 10%、20% 和 30% 的废弃蔬菜等量替代堆肥中的腐殖土,发酵过程中堆体温度超过 50 ℃ 的天数分别为 29、30、30 d,各处理均达到《粪便无害化卫生要求》中须要维持发酵温度 50 ℃ 以上天数的规定。各处理堆体温度超过 55 ℃ 的天数分别为 23、20、23、21 d,有助于杀灭堆肥原料中的病原菌。

堆肥过程中,各处理的 pH 值均呈先上升后下降的趋势,堆肥产物均呈弱碱性。其中 30% 废弃蔬菜替代量堆肥处理 pH 值变化范围最大,为 7.78 ~ 8.62,最小值与最大值相差 0.84;20% 废弃蔬菜替代量堆肥处理次之,为 7.45 ~ 7.93,最小值与最大值相差 0.48。

各处理有机质含量随堆肥的进行均呈下降趋势,各处理堆肥结束后与起始相比,有机质含量分

别降低了 31.6%、33.3%、37.0%、38.1%。随着新鲜废弃蔬菜添加比例的提高,有机质含量下降幅度逐渐增大。

本研究堆肥结束后,30% 和 20% 废弃蔬菜替代量堆肥处理碱解氮、速效磷和速效钾含量与对照处理相比分别提高了 8.31% 和 2.77%、196.6% 和 94.1%、57.4% 和 31.3%。总氮、总磷和总钾含量分别比对照提高了 26.7% 和 7.5%、49.1% 和 38.8%、13.3% 和 14.3%。10% 废弃蔬菜替代量堆肥处理与对照处理均无显著性差异。

总的来说,本试验采用 30% 废弃蔬菜替代量替代腐殖土与鸽子粪进行堆肥发酵,总养分含量优于对照处理。但有机质含量相对较低,后期须对堆肥配方进一步优化。

参考文献:

- [1] 温明振. 有机农业发展研究[D]. 天津:天津大学,2006:11 - 20.
- [2] Willer H, Yusefi M. Organic agriculture worldwide: statistics and future prospects[R]. SOEL,2001:22 - 23.
- [3] 李 剑. 蔬菜废弃物堆肥技术参数的优化研究[D]. 上海:上海交通大学,2011:5 - 8.
- [4] 国家市场监督管理总局. 中国有机产品认证与有机产业发展[M]. 北京:中国农业科学技术出版社,2019:31 - 40.

姚新治,王鑫宇,胡永歌,等. 郑州沿黄湿地草本植物群落多样性研究[J]. 江苏农业科学,2021,49(1):186-191.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2021.01.034

郑州沿黄湿地草本植物群落多样性研究

姚新治¹,王鑫宇¹,胡永歌¹,陈延永¹,何鹏飞²,田国行¹

(1. 河南农业大学林学院,河南郑州 453000;2. 洛阳市绿化管理中心,河南洛阳 471000)

摘要:以郑州沿黄湿地草本植物为研究对象,分析群落内部组成以及物种多样性,为郑州黄河湿地植物多样性保护提供参考依据。研究采用典型样方法和随机样方法对郑州沿黄湿地 18 块样地选取了 90 个样方开展植物现状调查。结果表明,样地内草本植物 44 科 119 属 154 种,以禾本科植物占比最多,其次是菊科、豆科植物;区系由 5 个分布区类型和 1 个变型区类型组成,其中世界分布类型和泛热带分布类型最多;草本植物群落多样性随着水分梯度的降低而下降;物种丰富度与 Simpson 优势度指数、Shannon - Wiener 多样性指数、Pielou 均匀度指数存在极显著相关性;不同样地之间植物群落生境存在明显差异是群落植物多样性存在差异的主要原因。

关键词:黄河湿地;植物群落;物种多样性;湿地保护

中图分类号:S181 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2021)01-0186-06

湿地拥有大陆、海洋 2 种生态系统的特性,不仅孕育着大量的动植物,还具备巨大的生态服务价值^[1]。植被是湿地景观的主体部分,承载力之下的植物丰富度直接决定着湿地的生态环境^[2-3],能够为广大动植物提供良好的生存空间,维持湿地生态

系统的稳定性^[4-5]。目前国内外学者针对湿地研究多集中在生态修复、景观改造和典型群落等方面^[6-9],很少涉及湿地草本植物的研究。郑州段黄河凭借着优良的气候、土壤、水文等生态条件,已经成为了郑州市的生态屏障,是郑州市的后花园。但随着郑州大都市区建设,郑州黄河湿地遭受到前所未有的生态扰动,植被破坏严重。本研究以郑州黄河沿岸草本植物为研究对象,探索其草本植物群落多样性及特征,为郑州黄河湿地生物多样性保护及恢复提供参考。

收稿日期:2020-05-24

基金项目:河南省高校学科创新引智基地(编号:GXJD006)。

作者简介:姚新治(1994—),男,河南信阳人,硕士研究生,主要从事景观规划与生物多样性研究。E-mail:862489032@qq.com。

通信作者:田国行,教授,博士生导师,主要从事城市绿地资源建设与调控研究。E-mail:tgh0810@163.com。

[5]杜鹏祥,韩雪,高杰云,等. 我国蔬菜废弃物资源化高效利用潜力分析[J]. 中国蔬菜,2015(7):15-20.

[6]张相锋,王洪涛,聂永丰,等. 高水分蔬菜废物和花卉、鸡舍废物联合堆肥的中试研究[J]. 环境科学,2003,24(2):147-151.

[7]王亚利,杨光,熊才耘,等. 蔬菜废弃物蚯蚓堆肥对鸡毛菜生长的影响[J]. 农业环境科学学报,2017,36(10):2129-2135.

[8]宋洁. 有机农业及发展——基于环境经济下的中国有机农业及其产品市场分析[D]. 北京:对外经济贸易大学,2009.

[9]武一奇. 污泥好氧堆肥工艺条件对氮素损失的影响研究[D]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学,2016:18-34.

[10]王永江. 猪粪堆肥过程有机质降解动力学模型研究[D]. 北京:中国农业大学,2014:26-29.

[11]Haug T R. The practical handbook of compost engineering[M]. Florida:Lewis Publishers,1993:395.

[12]李海龙. 病死猪堆肥高温降解菌的筛菌、鉴定及其应用研究[D]. 合肥:安徽农业大学,2015:3-4.

[13]黄向东,韩志英,石德智,等. 畜禽粪便堆肥过程中氮素的损失

与控制[J]. 应用生态学报,2010,21(1):247-254.

[14]Adhikari B K, Barrington S, Martinez J, et al. Characterization of food waste and bulking agents for composting[J]. Waste Management,2008,28(5):795-804.

[15]李晓蓉,欧巧明,赵瑛,等. 城市蔬菜废弃物处理及其资源化利用模式探讨[J]. 甘肃农业科技,2015(1):52-56.

[16]Chefetz B, Hadar Y, Chen Y. Dissolved organic carbon fractions formed during composting of municipal solid waste: properties and significance[J]. Acta Hydrochim Hydrobiol,1998,26(3):172-179.

[17]Huang J S, Wang C H, Jih C G. Empirical model and kinetic behavior of thermophilic composting of vegetable waste[J]. Journal of Environmental Engineering,2000,126:1019-1025.

[18]Hoitink H A J, Keene H M. Science and engineering of composting: design, environmental, microbiological and utilization aspects[C]. The Ohio State University,1993:219-241.

[19]许晓玲,呼世斌,刘晋波,等. 施用污泥堆肥对土壤中重金属累积和大豆产量的影响[J]. 环境工程,2018,36(3):108-111.