

不同种类辅料对鸡粪好氧堆肥效果的影响

柳玲玲^{1,2,3*}, 顾小凤^{1,2,3}, 龙玉娇^{1,4}, 魏全全^{1,2,3}, 张萌^{1,2,3}, 苟久兰^{1,2,3}

¹贵州省农业科学院土壤肥料研究所, 贵州 贵阳

²贵州省农业资源与环境工程技术研究中心, 贵州 贵阳

³农业部贵州耕地保育与农业环境科学观测实验站, 贵州 贵阳

⁴安顺学院农学院, 贵州 安顺

收稿日期: 2023年5月2日; 录用日期: 2023年6月1日; 发布日期: 2023年6月9日

摘要

好氧堆肥是目前鸡粪无害化处理的有效途径之一。本研究旨在探究不同种类的辅料与鸡粪混合发酵时的温度、养分等的变化, 以期获得实际生产中较佳辅料。试验以玉米秸秆、稻壳和稻草三种原料为辅料调节原料与辅料比例, 使好氧堆肥初始物料的碳氮比(C/N)为25~30:1、含水率为55%~65%。鸡粪与三种辅料共堆肥结果表明, 三种辅料均可作为与鸡粪进行混合好氧堆肥, 且能达到无害化的要求。其中粒径大、多孔、疏松的玉米秸秆作为辅料与鸡粪共同好氧堆肥, 有利于堆体通风供氧, 升温和降温均较快, 共堆肥物料腐熟快, 有利于加快好氧堆肥的进程。

关键词

稻草, 稻壳, 辅料, 好氧堆肥, 无害化处理

Effects of Different Kinds of Excipients on Aerobic Composting of Chicken Manure

Lingling Liu^{1,2,3*}, Xiaofeng Gu^{1,2,3}, Yujiao Long^{1,4}, Quanquan Wei^{1,2,3}, Meng Zhang^{1,2,3}, Jiulan Gou^{1,2,3}

¹Soil and Fertilizer Research Institute, Guizhou Academy of Agricultural Sciences, Guiyang Guizhou

²Guizhou Agricultural Resources and Environmental Engineering Technology Research Center, Guiyang Guizhou

³Guizhou Farmland Conservation and Agricultural Environment, Ministry of Agriculture, Guiyang Guizhou

⁴College of Agriculture, Anshun University, Anshun Guizhou

Received: May 2nd, 2023; accepted: Jun. 1st, 2023; published: Jun. 9th, 2023

*通讯作者。

文章引用: 柳玲玲, 顾小凤, 龙玉娇, 魏全全, 张萌, 苟久兰. 不同种类辅料对鸡粪好氧堆肥效果的影响[J]. 环境保护前沿, 2023, 13(3): 534-541. DOI: 10.12677/aep.2023.133067

Abstract

Aerobic compost is one of the effective ways of harmless treatment of chicken manure. The purpose of this study is to explore the changes of temperature and nutrients when different kinds of auxiliary materials are mixed with chicken manure for fermentation, so as to obtain better auxiliary materials in actual production. In the experiment, corn straw, rice husk and straw were used as auxiliary materials to adjust the proportion of auxiliary materials, so that the initial carbon/nitrogen ratio (C/N) of the compost base was 25~30:1 and the initial water content was 55%~65%. The co-composting results showed that all three materials could be used as auxiliary materials for the mixed aerobic composting with chicken manure, and all of them could meet the harmless requirements. However, using corn straw with large particle size, porous and loose as auxiliary material for co-composting with chicken manure is conducive to ventilation and oxygen supply, the temperature and temperature of the heap are fast, the high temperature lasts for a long time, and the heap material is decomposed quickly, which is conducive to speeding up the process of composting.

Keywords

Straw, Rice Husk, Auxiliary Materials, Aerobic Compost, Harmless Treatment

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. 前言

近年来,我国畜禽养殖业发展迅速,规模化畜禽养殖场也越来越多,给养殖户带来经济效益的同时,畜禽粪污带来的环境污染问题也越来越严重[1]。畜禽养殖过程中会产生的大量粪污、饲料残渣等废弃物,若及时有效的无害化处理,随意堆放,将会对周边生态环境及厂区造成严重的环境污染问题,这些畜禽粪污经过长时间的厌氧堆积发酵会产生大量有毒有害气体,对当地的居民和畜禽的生命健康造成威胁,还会引来大量的蚊虫、苍蝇等极大的提高致病原的传播几率[2]。然而,畜禽粪污当中含有较多的未被完全消化吸收的蛋白质、氨基酸以及植物生长需要的大量元素 N、P、K 及微量元素,经无害化的处理过后可以作为有机肥料施用到农田中,不仅能够改良土壤,培肥地力,提高土壤有机质,增加土壤通透性,还可以替代部分化学肥料的养分,提高农作物的产量和质量,达到化肥减量增效的目的[3]。好氧堆肥技术是我国目前无害化处理畜禽粪污的有效途径[4],不仅可以解决我国当前畜禽粪污染以及农业生产资源再利用的问题,而且为我国农牧产业的结合并全面可持续性发展提供技术支撑。

在好氧堆肥过程中,不同物料对堆肥的进程及堆肥效果影响不一。农作物秸秆与畜禽粪便组合进行好氧堆肥时,不同物料组合堆肥温度、堆肥产物的理化性质等均具有显著差异[5]。凹凸棒石的添加可以促进鸡粪的分解[6]。在鸡粪腐熟过程,选择玉米秸秆作为发酵辅料能更加有效地促进粪污腐熟、提高鸡粪堆肥产品质量、缩短堆肥周期[7]。在马粪好氧堆肥时添加适当比例(马粪:玉米秸秆的重量比为 4:1)的玉米秸秆有利于好氧发酵的进行[8]。不同种类的秸秆、稻壳、稻草、烟沫、锯末以及米糠等均可以作为畜禽粪污混合好氧堆肥过程中的辅料[9]。不同种类辅料中所含的营养物质不同,降解需要的特定微生物

类群不一样, 所以研究不同种类的辅料在畜禽粪污混合好氧堆肥过程中对堆肥温度、堆肥过程中, 以秸秆作为辅料开展的相关研究居多[10] [11] [12], 而以稻草、稻壳为辅料开展的研究较少。本实验以鸡粪为主料, 添加相同比例的玉米秸秆、稻草和稻壳做为辅料, 研究不同类型辅料对堆肥温度、堆体耗氧速率、物料 pH 值、全氮、总有机碳等指标的影响, 以期筛选出促进畜禽粪污好氧发酵的最佳物料种类。

2. 材料及方法

2.1. 试验材料

试验地点: 贵州省土壤肥料研究所试验大棚

试验材料: 微生物发酵剂为市售, 其余试验材料的基本特性见表 1。

Table 1. The main physical and chemical properties of compost materials

表 1. 堆肥材料的主要理化性质

原料	含水率 (%)	总有机碳 (%)	全氮 (%)	碳氮比 (C/N)
鸡粪	74.26	36.20	1.88	19.26
玉米秸秆	11.83	43.65	0.65	67.15
稻壳	12.22	41.64	0.61	65
稻草	12.34	45.39	0.66	72.05

2.2. 试验设计

辅料使用前用粉碎机将辅料粉碎成直径 ≤ 2 cm 的碎料, 微生物发酵剂使用前利用麦麸按照菌剂: 灭菌麦麸 1:10 的比例进行扩繁培养 24 小时。原料与微生物发酵剂的用量比为 1000:1 (质量比), 控制初始含水率在 55%~65% 左右。试验采用 300L 堆肥桶堆肥, 长*宽*高 = 607 mm*605 mm*825 mm。共设 5 个处理, 每个处理设置 3 个重复, 不同堆肥处理的物料配比见表 2。

Table 2. Ratio of materials for different composting treatments

表 2. 不同堆肥处理的物料配比

编号	试验处理	物料配比 (畜禽粪便:填充料) (w:w)	碳氮比 (C/N)
T1	鸡粪 + 玉米秸秆	8:2	28.84
T2	鸡粪 + 稻壳	8:2	28.41
T3	鸡粪 + 稻草	8:2	29.81

2.3. 取样及检测方法

在堆肥过程中每天记录堆体温度和堆体中的氧气浓度, 配料拌匀后装入发酵桶, 并埋入 U 盘式温度计自动记录每天温度, 用顺磁式氧气分析仪(Morgan 500D)每天定时测定堆体内的氧气浓度。分别于堆制的第 0、3、6、9、……36 d, 每 3 天采集一次样品。采样点位于堆肥表层下 30 CM, 每个重复按照 5 点取样法取样后充分混合, 用于全氮、总有机碳和 pH 值的测定, 全氮采用凯氏定氮法, 总有机碳采用以下公式估算: $M = 0.47VS$ (式中 M 为总碳含量, g/g; VS - 挥发性固体的含量), pH 值采用水浸提 - 电位法[13]。

3. 结果与分析

3.1. 堆肥过程中堆体温度的变化

温度是影响微生物活动和好氧堆肥效果的重要因素，所有堆肥参数调节都是为了使堆体快速进入高温期，并维持适当的高温，达到无害化的目的。研究表明，畜禽粪便堆肥处理的最适温度为 $55^{\circ}\text{C}\sim 65^{\circ}\text{C}$ ，在此温度范围内堆肥物料的有机物分解速度快，部分病原菌被杀死[14]。而温度过高或过低均不利于堆肥进程和无害化处理，温度过低时有机物的分解速率减缓，温度过高时堆肥物料中的有益微生物容易被抑制甚至灭活[15]。

从图 1 的温度变化曲线可以看到，各组堆体温度变化的趋势基本上相同，3 个处理的温度变化总体上均呈现先上升再下降的趋势，表现为升温期、高温期和降温期的阶段变化规律。3 个堆体的堆体温度都达到了 55°C ，并持续 7 d 以上，而且，T1 和 T3 均在堆肥后第 8 天堆体温度开始高于 55°C ，进入高温期，高温期分别持续了 13 天和 12 天。处理 2 的高温开始时间较另外两个处理晚 3 天，且持续时间最短，为 11 天。依据堆肥技术规程，三个处理均达到了无害化处理的标准，其中玉米秸秆作为辅料的高温持续时间最长。

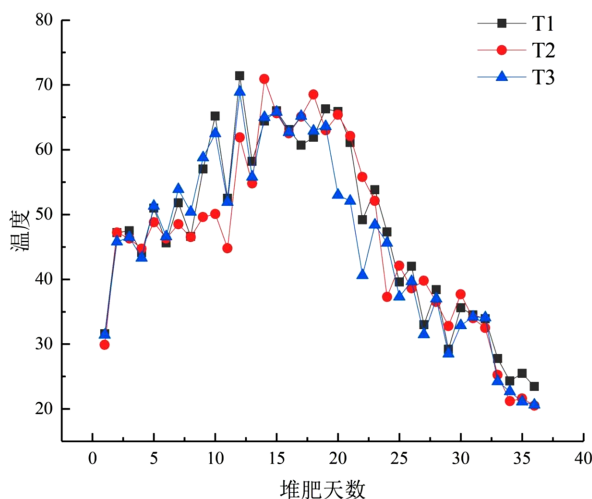


Figure 1. Different auxiliary materials on the temperature change in the composting process

图 1. 不同辅料对堆肥过程中温度变化

3.2. 堆肥过程中堆体耗氧速率的变化

氧气是好氧堆肥工艺的关键控制参数之一，供氧浓度直接影响堆体物料有机物的分解、堆体的温度、堆肥过程中臭气挥发以及堆肥产品的质量。根据温度特点划分，好氧堆肥一般分为 3 个时期，升温期、高温期、降温期，不同温度时期，好氧堆肥反应程度不同，堆体物料堆氧气的需求和消耗速率也不同。耗氧速率可以直观的反应堆肥过程中降解型好氧微生物的活性，是好氧堆肥中降解型好氧微生物分解和转化有机物速率的重要标志。

如图 2 所示，随着堆体温度的升高，耗氧速率也迅速增加，其中高温期的好氧速率最高，高温期过后耗氧速率也随之降低。处理 1 和 3 在升温期的耗氧速率明显比其它两组快，主要由于处理 1 的玉米秸秆和处理 3 的稻壳混合到物料中后使堆体物料的孔隙率较大，通气性较好，氧气容纳量大，使得堆体物料中的降解型好氧微生物能够获得足够的氧气生长繁殖，加速堆有机物的分解，进而加快堆体温度的上升。

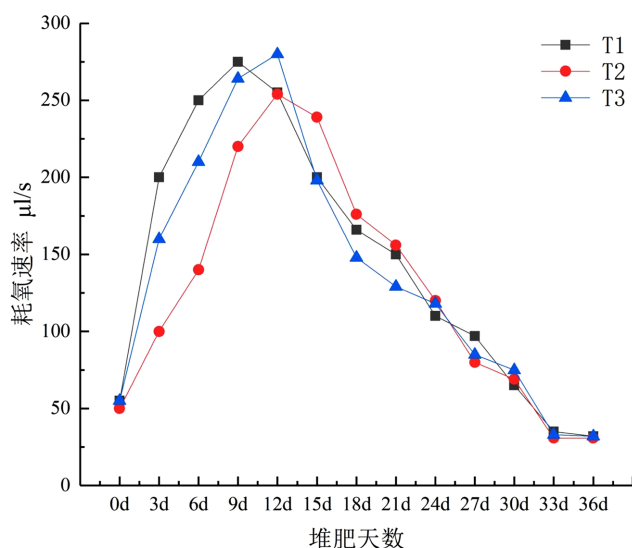


Figure 2. Effect of different auxiliary materials on oxygen consumption rate during composting

图 2. 不同辅料对堆肥过程中耗氧速率的影响

3.3. 堆肥过程中堆料 pH 值的变化

好氧堆肥过程中当堆肥物料的 pH 值为 6.5~8.5 最适宜微生物的生长。有研究表明, 富含纤维素和蛋白质的物料堆肥时 pH 值较为接近 8.0 [16]。

从图 3 可以看出, 堆肥初期堆体的 pH 值随着堆肥进程的进行而逐渐升高, 处理 1 在堆肥第 6 d 时 pH 值达最高, 为 8.53, 处理 2 和 3 在第 14 d 达最高, 分别为 8.43 和 8.38。进入降温期后, 各个处理的 pH 值逐渐下降, 当堆肥 30 d 时, 处理 1、2 和 3 的 pH 值分别下降至 8.18、8.09 和 7.98, 均达到了有机肥对 pH 值的要求[17]。

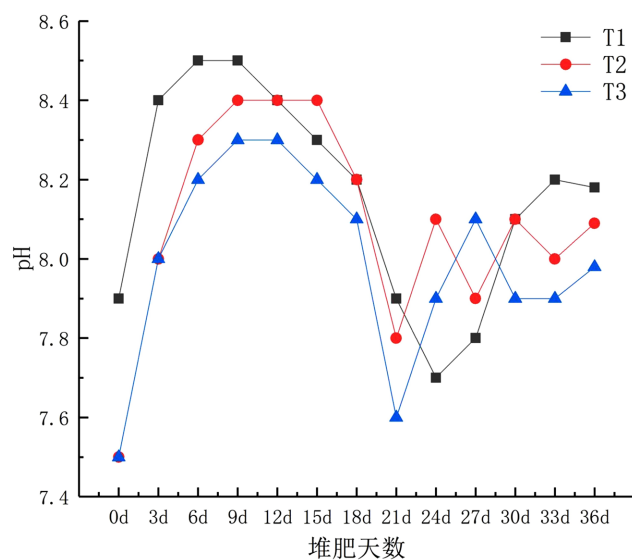


Figure 3. Effect of different auxiliary materials on pH value during composting (line graph)

图 3. 不同辅料对堆肥过程中 pH 值的影响(折线图)

3.4. 堆肥过程中全氮的变化

在好氧堆肥过程中, 不同种类的辅料全氮均呈现出先降后升的趋势, 最终堆肥产物的全氮含量较原始物料均有所增加。主要因为鸡粪和秸秆、稻草和稻壳等辅料混合发酵过程中, 有机质在微生物作用下不断分解成 CO_2 和 H_2O 而散失, 总干物质重量下降幅度远远大于 NH_3 挥发所引起的下降幅度, 最终表现出干物质中全氮含量相对增加。如图所示(图 4), 在发酵 0~12 d 时, 呈快速下降趋势, 这期间堆体温度处于升温期, 微生物生长繁殖速度快, 分解作用活跃, 有机氮分解速度快。而在 12 d~36 d 时全氮量逐渐回升, 是因为堆肥后期混合物料经过微生物的初期分解形成较多的腐殖质, 对铵态氮起到了一定的固定作用, 从而降低了氮素的挥发损失。从结果来看, 以玉米秸秆为辅料的总氮含量较初始物料提升了 20.56%, 以稻壳为辅料的总氮含量提升了 7.63%, 以稻草为辅料的总氮提升了 14.91%。可见, 以玉米秸秆为辅料的总氮提升的最高。

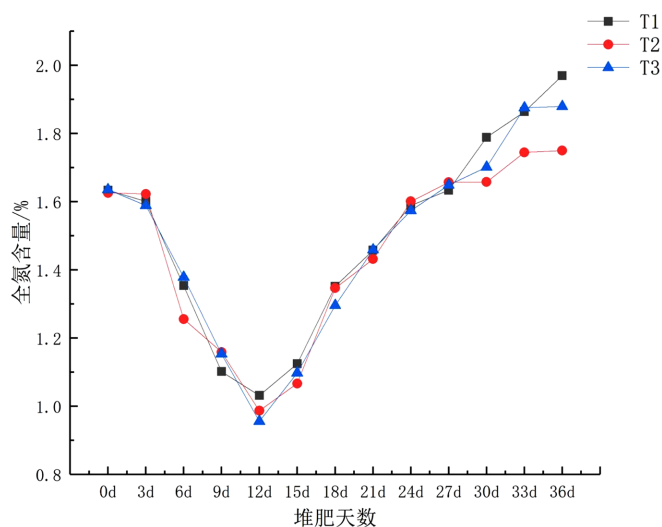


Figure 4. The effect of different auxiliary materials on the total nitrogen in the composting process

图 4. 不同辅料对堆肥过程中总氮的影响

3.5. 堆肥过程中总有机碳的变化

堆制过程中各处理总有机碳的含量随着堆肥进程的进行逐渐下降, 变化规律相近(如图 5), 大致可分为加速期、高峰期和稳定期。在加速期(前 6 d)有下降但下降幅度较小; 高峰期(7~21 d)各处理总有机碳含量显著下降; 稳定期(21 d 以后)各处理总有机碳含量趋于稳定。

堆肥过程中各个处理的总有机碳含量是逐渐减少的, 玉米秸秆为辅料的处理堆肥结束时, 总有机碳较初始物料降低了 34.04%, 稻壳处理降低了 34.40%, 稻草处理降低了 34.24%, 三种辅料对堆肥过程中总有机碳的影响大体一致。

3.6. 各指标间的相关性

为更进一步了解堆肥过程中各指标间的关联性, 对堆肥过程的 4 个指标进行了相关性分析, 如表 3 结果显示: 总氮和 pH 值、耗氧速率成显著负相关关系, 其中耗氧速率与总氮的相关系数达到了 0.913, 说明通氧速率越快, 堆肥反应越强烈, 氮含量越少, 氮损失较大。pH 值和耗氧速率对总有机碳的影响不是很大, 说明总有机碳的含量可能还是与物料本身碳含量有关。

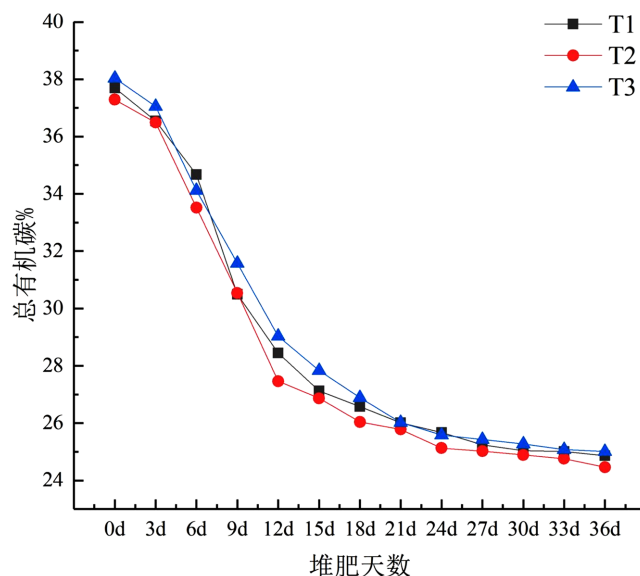


Figure 5. The effect of different auxiliary materials on the total organic carbon in the composting process

图 5. 不同辅料对堆肥过程中总有机碳的影响

Table 3. Correlation among different indicators

表 3. 不同指标间相关性

	总氮	pH	总有机碳	耗氧速率
总氮	1	-0.549**	-0.165	-0.913**
pH	-0.549**	1	0.002	0.661**
总有机碳	-0.165	0.002	1	0.228
耗氧速率	-0.913**	0.661**	0.228	1

4. 结论与讨论

根据不同种类的辅料与鸡粪混合好氧共堆肥过程中堆体温度、耗氧速率、pH 值、全氮、总有机碳等指标的变化，可以发现不同种类的辅料与鸡粪混合好氧共堆肥产生的效果不同。总体来看，本次试验下：1) 当堆肥初始物料的碳氮比(C/N)为 25~30:1、初始含水率为 55%~65%时，玉米秸秆、稻壳和稻草均可作为辅料与鸡粪进行好氧共堆肥，且能达到无害化的要求；2) 粒径大、多孔、疏松的辅料与鸡粪好氧共堆肥时，有利于堆体通风供氧，堆体升温 and 降温均较快，物料腐熟速度快，有利于加快堆肥的进程，本实验条件下以玉米秸秆效果最佳。

参考文献

- [1] 王博. 畜禽养殖废弃物资源化处理主体的企业化行为研究[D]: [硕士学位论文]. 郑州: 河南农业大学, 2021.
- [2] 骆云璐. 农村畜禽养殖粪污资源利用现状与对策研究[D]: [硕士学位论文]. 扬州: 扬州大学, 2021.
- [3] 刘少泉. 奶牛养殖粪污快速发酵新工艺效果及产品应用研究[D]: [硕士学位论文]. 银川: 宁夏大学, 2021.
- [4] 顾沈怡, 钱锬, 詹永冰, 等. 不同添加剂对鸡粪堆肥中氨气和温室气体排放的影响[J]. 环境生态学, 2023, 5(2): 51-60.
- [5] 李灵章, 刘卓成, 余雨泽, 等. 农作物秸秆与畜禽粪便组合的好氧堆肥理化性状研究[J]. 草原与草坪, 2019, 39(6): 49-57.

-
- [6] 郑博文, 任汉儒, 黄磊, 等. 添加凹凸棒石对鸡粪堆肥理化性质和氮形态变化的影响[J]. 磷肥与复肥, 2022, 37(3): 5-8+11.
- [7] 王泽, 张洪涛, 王政, 等. 粪污腐熟剂与不同辅料对鸡粪堆肥腐熟效果的影响[J]. 现代农业科技, 2022(11): 143-146+152.
- [8] 张文杰, 马健, 洪文娟, 等. 添加玉米秸秆对马粪堆肥的影响[J]. 中国草食动物科学, 2019, 39(4): 31-35.
- [9] 张晓岸. 粪便高温堆肥中氮素损失及原位保氮的研究[D]: [硕士学位论文]. 重庆: 重庆工商大学, 2018.
- [10] 王欢, 尹璐伊, 秦平伟, 等. 微生物复合菌剂在玉米秸秆和畜禽粪便好氧堆肥中应用研究现状[J]. 江西畜牧兽医杂志, 2022(4): 44-47.
- [11] 孙洪助, 王全, 姜宏浩, 等. 畜禽粪便与秸秆高温堆肥技术[J]. 青海农技推广, 2021(1): 15-17.
- [12] 关法春, 李忠和, 韩丽丽, 等. 畜禽粪便与秸秆混合低温发酵堆肥技术[J]. 现代农业科技, 2019(18): 158.
- [13] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.
- [14] 张佐忠, 萨仁高娃, 要利仙, 等. 基于堆肥温度条件下的粪污发酵剂成分及堆肥效果分析[J]. 农牧与食品机械, 2021(2): 1-4.
- [15] 于海霞, 孙黎, 栾冬梅. 不同调理剂对牛粪好氧堆肥的影响[J]. 农业工程学报, 2006, 22(S2): 235-238.
- [16] 王丹青. 畜禽粪便堆肥腐熟化过程的光谱学特征研究[D]: [硕士学位论文]. 银川: 宁夏大学, 2020.
- [17] 中华人民共和国农业部种植业管理司. 有机肥料, 中华人民共和国农业行业标准, NY/T 525-2021[S]. 北京: 中华人民共和国农业农村部, 2021.