

# 不同菌剂处理鲜鸡粪发酵试验研究

柳冬梅<sup>1</sup>, 姜寿涛<sup>2</sup>, 张云影<sup>3</sup>, 张立春<sup>3</sup>, 王将旭<sup>1</sup>, 王大广<sup>3</sup>, 张莹<sup>3</sup>, 闫秋良<sup>3\*</sup>

(1. 吉林天焱现代农业发展有限公司, 吉林 辽源 136619; 2. 厚德食品股份有限公司, 吉林 辽源 136619; 3. 吉林省农业科学院, 吉林 公主岭 136100)

**摘要:**为了筛选出鲜鸡粪堆肥发酵适宜的菌剂, 试验选择3种菌剂和空白对照, 共四组进行了堆肥发酵试验, 测定了发酵前期水分、氨气和硫化氢含量及温度变化的情况。结果表明: 添加菌剂C, 温度变化较其它三组极显著升高( $P < 0.01$ ); 四组含水率经历了上升、下降、再上升、再下降等阶段, 含水率的变化趋势基本一致。处理3含水率差异显著低于对照组( $P < 0.05$ ); 四个处理氨气和H<sub>2</sub>S的含量呈现逐渐降低的趋势, 添加菌剂处理较对照有降低的趋势, 但差异不显著( $P > 0.05$ )。研究结果显示, 菌剂C适宜推广应用。

**关键词:** 微生物菌剂; 鸡粪; 发酵; 堆肥

中图分类号: S141.4

文献标识码: A

文章编号: 2096-5877(2019)04-0059-04

## Effect of Different Fermentation Bacteria on Fresh Chicken Manure Composting

LIU Dongmei<sup>1</sup>, JIANG Shoutao<sup>2</sup>, ZHANG Yunying<sup>3</sup>, ZHANG Lichun<sup>3</sup>, WANG Jiangxu<sup>1</sup>, WANG Daguang<sup>3</sup>, ZHANG Ying<sup>3</sup>, YAN Qiuliang<sup>3\*</sup>

(1. Jilin Tianyan Modern Agricultural Development Co., Ltd., Liaoyuan 136619; 2. Houde Food Co., Ltd., Liaoyuan 136619; 3. Branch of Animal Husbandry, Jilin Academy of Agricultural Sciences, Gongzhuling 136100, China)

**Abstract:** In order to screen out the suitable bacteria for fresh chicken manure compost fermentation, three bacteria and blank control were selected. A total of four groups were arranged and the water content, ammonia gas, hydrogen sulfide content and temperature changes in the pre-fermentation period detected. Research results showed that the temperature change in treatment adding fermentation agent C was significantly higher than that of the other three groups ( $P < 0.01$ ). The water content of the four groups changed the same way, i.e., rising, falling, rising and falling again. The water content in treatment 3 was significantly lower than control group ( $P < 0.05$ ). The content of ammonia and H<sub>2</sub>S in the four treatments showed a gradually decreasing trend, and they decreased in treatment with bacteria compared with the control, but the difference was not significant ( $P > 0.05$ ). The results showed that the Agent C is suitable for extension and application.

**Key words:** Composite microbial inoculants; Chicken manure; Fermentation; Composting

随着人们对畜禽产品的需求增大, 畜禽业集约化、规模化饲养迅速发展, 从而产生了大量粪污, 形成了庞大的污染源, 危害生态环境。畜禽养殖污染问题已经越来越引起社会的关注, 畜禽粪污处理不当会对环境造成二次污染。吉林天焱

现代农业发展有限公司本着从环保角度出发的原则, 如何有效地为周边500万只现代化蛋鸡饲养企业处理加工养殖废弃物提供一条新的出路? 如何将家禽粪便快速无害化? 在环境友好型社会, 目前堆肥被认为是处理畜禽粪便达到最佳再循环的最有效的方法。但是如何快速堆肥, 减少污染? 如何优化堆肥过程, 达到良好的堆制效果? 如何提高堆肥效率、保护养分和减少温室气体排放等等是研究者急需解决的问题。

近年来, 随着堆肥技术的发展, 微生物添加剂在堆肥过程中的作用越来越受到相关生产和科研人员的重视。大量的研究证实, 在堆肥过程中添

收稿日期: 2018-12-22

基金项目: 吉林省农业科技创新工程自由创新项目 (CXGC2018ZY023)

作者简介: 柳冬梅(1976-), 女, 助理农艺师, 主要从事畜禽废弃物处理及综合利用技术。

通讯作者: 闫秋良, 女, 博士, 副研究员, E-mail: jlyanqiuliang@163.com

加一定量的外源微生物具有加快堆肥发酵进程、提高堆肥腐熟度的作用<sup>[1-2]</sup>。

本试验将不同活菌制剂直接加入新鲜鸡粪中,旨在找出发酵前期水分、氨气和硫化氢含量及温度变化的规律,筛选出适宜的发酵菌剂,以便更好开展畜禽粪便资源化利用,为高效、环保处理废弃物资源提供理论依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 菌 剂

菌剂来自于北京菌剂 A(简称处理 1)、山东菌剂 B(简称处理 2)、山东菌剂 C(简称处理 3)。菌剂添加量依据说明进行。菌剂分别为多维复合酶菌剂(成分:枯草芽孢杆菌、解淀粉芽孢杆菌、胶冻样芽孢杆菌、地衣芽孢杆菌、哈茨木霉、米曲霉、粉状毕赤酵母和生香酵母等多种菌;活菌数含量 $\geq 100$ 亿/g;简称菌剂 A)、有机肥发酵剂(成分:枯草芽孢杆菌、酿酒酵母;活菌数含量 $\geq 50$ 亿/g;简称为菌剂 B)、高温型有机物料发酵剂(成分:枯草芽孢杆菌、乳酸杆菌、酵母菌、米曲菌、黑曲菌;活菌数含量 $\geq 100$ 亿/g;简称为菌剂 C)。

### 1.2 试验处理

蛋鸡粪堆肥试验于 2018 年 6 月 1~12 日在吉林天焱现代农业发展有限公司进行,正式试验期为 8 d。发酵槽长 5 m、宽 5 m、高 2 m。堆高 1.5 m。试验分 4 个处理,处理 1、2、3 组分别添加北京菌剂 A 25 kg,山东菌剂 B 25 kg 和山东菌剂 C 3 kg,处理 4 组为空白对照,不添加菌剂。各处理堆肥原料为鲜鸡粪 15 m<sup>3</sup>(约 15 t),稻壳粉 1 200 kg,含水量控制在 61%左右。处理 1、处理 2、处理 3 组是将菌剂与稻壳粉先混合再撒到鲜粪上翻抛,处理 4 是将鲜鸡粪与稻壳粉直接混拌,其他步骤一致。第二天起监测温度,温度大于 50℃需要翻堆,每天充分翻抛一次,持续 7~8 d。各处理见表 1。

表 1 处理及原料成分表

组别	原料		
	鲜鸡粪	稻壳粉(kg)	菌剂(kg)
处理 1	15 m <sup>3</sup> (约 15 t)	1 200	A 25
处理 2	15 m <sup>3</sup> (约 15 t)	1 200	B 25
处理 3	15 m <sup>3</sup> (约 15 t)	1 200	C 3
处理 4	15 m <sup>3</sup> (约 15 t)	1 200	0

### 1.3 堆肥原料

鲜鸡粪、稻壳粉、菌剂(从厂家购买)等。调节 C/N 为 25.0 左右。堆肥原料主要成分见表 2。

表 2 堆肥原料主要成分

项目	水分(%)	有机质(%)	TOC(%)	全氮(%)	碳氮比
处理 1	59.63	68.70	39.84	2.96	23.2:1
处理 2	61.00	75.57	43.83	1.87	23.5:1
处理 3	61.00	74.70	43.33	1.78	24.3:1
处理 4	61.00	70.68	41.00	1.67	24.6:1

### 1.4 采样及测定

#### 1.4.1 温度测定

在试验期间,固定每天 7:00~8:00 测定翻抛前温度;12:00~13:00 测定翻抛后 2 h 温度;16:00~17:00 测定翻抛后 6 h 温度。测量点选择堆肥表面 20 cm 的五个点,位置取前、后、左、右、中五个点测温度,取其平均值。

#### 1.4.2 指标测定

含水率通过干燥法测定;有机质通过直接灼烧法测定;全氮利用凯氏定氮仪测定;氨含量用纳氏试剂比色法进行测定;H<sub>2</sub>S 含量用碘量法进行滴定测定。

### 1.5 数据处理

采用 SPSS 17.0 统计软件对数据进行单因素方差分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同处理不同发酵时间对温度的影响

早 8:00 翻抛前、中午 12:00 翻抛后 2 h 和下午 16:00 翻抛后 4 h 温度变化情况见图 1、图 2 和图 3。4 个处理方差分析结果见表 3,处理 3 温度变化较处理 1、处理 2 和处理 4 差异达极显著水平( $P<0.01$ )。由表 3 可知,发酵前期不同时间点处理 3 平均温度较其它三组在三个时间点提高达极显著水平( $P<0.01$ ),表明处理 3 添加的菌剂效果明显,实用性强。处理 1 和处理 2,与处理 4 对照相比较,差异不显著( $P>0.05$ ),表明添加菌剂效果不明显,无应用价值,反倒增加成本。

### 2.2 不同处理不同发酵时间对含水率的影响

由图 4 可知,各处理间在发酵期间,含水率经

历了上升、下降、再上升、再下降等阶段,含水率的变化趋势基本一致。由表4可知,处理3含水率与处理4差异显著( $P < 0.05$ ),由于发酵过程温度较高,导致水分含量降低。处理2与处理4差异显

著( $P < 0.05$ )。处理1与处理4差异不显著( $P > 0.05$ )。

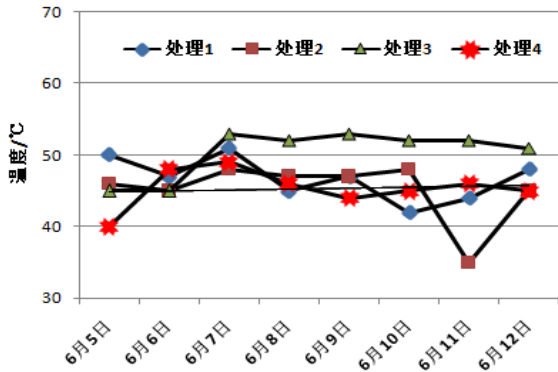


图1 早8:00翻抛前发酵温度变化

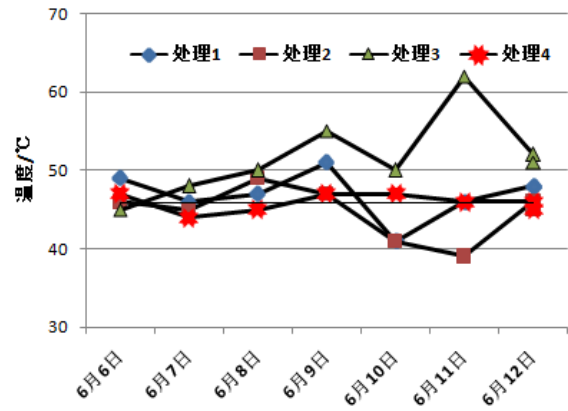


图2 翻抛后2 h温度变化

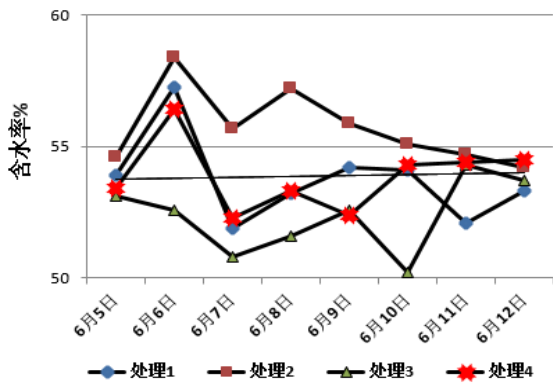


图3 翻抛后6 h温度变化

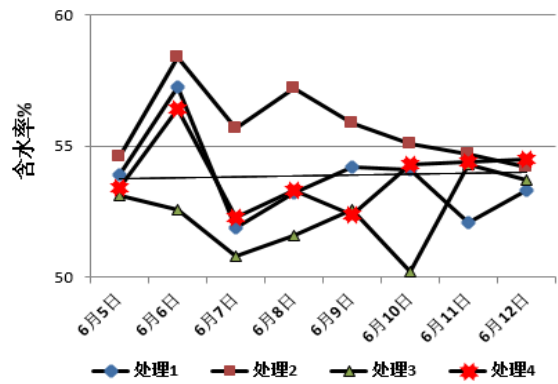


图4 不同处理对含水率的影响

表3 不同时间点温度变化

8 d 温度平均值	处理1	处理2	处理3	处理4
早8:00翻抛前	46.75±3.01 <sup>A</sup>	45.13±4.26 <sup>A</sup>	50.38±3.38 <sup>B</sup>	45.38±2.72 <sup>A</sup>
翻抛后2 h	46.86±3.13 <sup>A</sup>	44.71±3.50 <sup>A</sup>	51.71±5.50 <sup>B</sup>	46.00±1.16 <sup>A</sup>
翻抛后6 h	46.63±2.83 <sup>A</sup>	44.13±2.95 <sup>A</sup>	52.50±7.41 <sup>B</sup>	45.63±1.92 <sup>A</sup>

注:同行肩标不同大写字母表示差异极显著( $P < 0.01$ )

### 2.3 不同处理不同发酵时间氨含量

不同处理对氨含量的影响如图5所示。从整体上看,发酵堆肥过程中四个处理的氨含量呈逐渐降低的趋势。由表4可知,堆肥8 d内,处理1、处理2和处理3,与处理4相比,氨含量都有降低,但差异不显著( $P > 0.05$ )。随着发酵程度加强氨气味道降低,氨含量减少,臭味降低。添加菌剂的处理较不添加菌剂的臭味相对降低。

### 2.4 不同处理不同发酵时间硫化氢含量

不同处理对硫化氢含量的影响如图6所示。从整体上看,发酵堆肥过程中,四个处理的硫化氢含量呈现逐渐降低的趋势。由表4可知,堆肥8 d内,处理1、处理2和处理3,与处理4相比,硫

化氢含量都有降低,但差异不显著( $P > 0.05$ )。随着发酵程度加强,硫化氢味道降低,硫化氢减少,

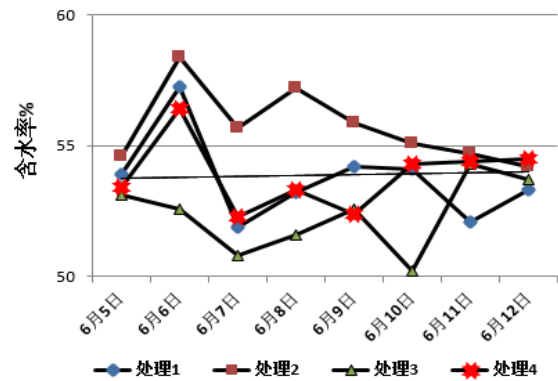


图5 不同处理对氨含量的影响

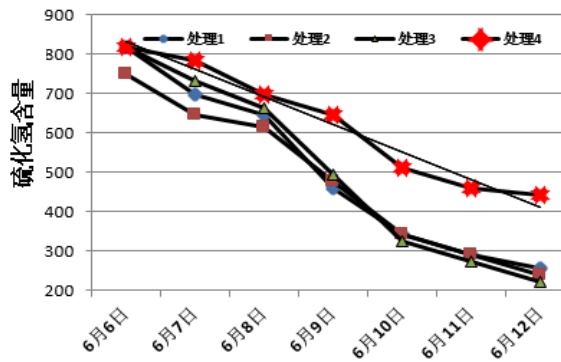


图6 不同处理对硫化氢含量的影响

臭味降低。添加菌剂的处理较不添加菌剂的臭味有所降低。

表4 不同处理对含水率、氨含量和硫化氢含量的影响

8次检测平均值	处理1	处理2	处理3	处理4
含水率	53.74±1.63 <sup>a</sup>	55.73±1.43 <sup>ab</sup>	52.36±1.41 <sup>bac</sup>	53.93±1.84 <sup>a</sup>
氨含量	3.67±2.07	4.22±2.22	4.28±2.26	5.52±1.53
硫化氢含量	501.457±221	479.554±197	503.897±239	622.749±202

注:肩标不同小写字母表示差异显著( $P<0.05$ )

发酵,更适宜当时的气候条件,加速堆肥反应进程,提高堆肥效果,实用性强,可推广应用。

堆肥发酵过程中,含水率也是关键参数之一。控制堆肥的水分含量非常重要<sup>[6]</sup>。堆肥过程温度发生变化,水分含量也随之发生变化。本试验堆肥发酵前期,随着温度变化,含水率也在发生变化,为了保证堆肥效果,有时需要人为增加水分,降低温度。本研究由于温度不是很高,只进行翻抛来降低温度,所以没有补充水分。

$\text{NH}_3$ 是堆肥臭气中的最主要成分,不但对环境造成了严重的危害,还损失降低了堆肥产品的肥效<sup>[7]</sup>。因此,在堆肥发酵过程中, $\text{NH}_3$ 含量的测定是很重要的一个指标。鉴于现在对生态环境的重视,有必要进行氨气的减排,保护生态环境。本试验四个处理在堆肥前期,氨含量逐渐降低,但差异不显著。随着发酵程度加强氨气味道降低,氨含量减少,臭味降低。添加菌剂的处理较不添加菌剂的臭味相对降低<sup>[8]</sup>。单奇华等<sup>[9]</sup>研究发现,将筛选出的菌剂按比例添加到鸡粪中,可降低氨气30%。

堆肥过程中堆体局部存在厌氧环境,厌氧环境中含硫有机物被厌氧菌分解,产生有臭鸡蛋气味的 $\text{H}_2\text{S}$ <sup>[10-11]</sup>。含硫臭气脱除在畜禽粪便处理<sup>[12]</sup>中被广泛应用。在畜禽粪便堆肥 $\text{H}_2\text{S}$ 产生的相关研究中,简保权等研究发现,猪粪堆肥呈逐渐降

### 3 讨论

温度是保证堆肥效果的重要物理指标,不仅体现微生物的活跃程度<sup>[3]</sup>,还反映堆肥过程中所达到的状态,堆肥温度上升是堆体起始温度、微生物活动及堆体保温综合效应的结果。堆体温度 $50^\circ\text{C}$ 以上保持5~7 d,是杀灭堆料中所含的致病微生物和虫卵、保证堆肥的卫生指标合格和堆肥腐熟的重要条件<sup>[4]</sup>。一般好气微生物发酵最适宜的温度是 $40\sim 50^\circ\text{C}$ ,可以认为温度低于 $40^\circ\text{C}$ 后,主要发酵过程已经完成,保证了堆肥的卫生学指标和堆肥腐熟的条件<sup>[5]</sup>。本试验结果表明添加菌剂C升温效果显著,原因可能是菌剂C更适宜鸡粪堆肥

低的趋势<sup>[13]</sup>。本试验从整体上看,发酵堆肥过程中,四个处理的硫化氢含量呈现逐渐降低的趋势,与简保权结果一致。任顺荣等<sup>[14]</sup>对猪粪、牛粪和鸡粪堆肥 $\text{H}_2\text{S}$ 的释放动态检测结果显示,牛粪堆肥不释放 $\text{H}_2\text{S}$ ,鸡粪堆肥仅在第4~6 d检测到少量的 $\text{H}_2\text{S}$ 释放,猪粪堆肥24 h后 $\text{H}_2\text{S}$ 释放达到高峰,此后逐渐降低。因此,畜禽粪便堆肥 $\text{H}_2\text{S}$ 释放不但受到堆体的通气量、水分含量的影响,还与添加的菌剂及堆肥的物料成分有关。

### 4 结论

本研究结果表明,添加菌剂C升温效果显著,水分含量相对降低,氨气和硫化氢含量随着发酵程度加强逐渐降低。综合来看,添加菌剂C加速堆肥反应进程,提高堆肥效果,实用性强,建议在生产实践中推广应用。

### 参考文献:

- [1] 勾长龙,高云航,刘淑霞,等.微生物菌剂对堆肥发酵影响的研究进展[J].湖北农业科学,2013,52(6):1244-1247.
- [2] 张丽霞,王俊文,王立春,等.有机物料腐熟剂在东北农作物秸秆还田上的应用[J].东北农业科学,2018,43(6):5-8.
- [3] Agnew J M, Leonard J J. The physical properties of compost[J]. Compost Science & Utilization, 2003, 11(3): 238-264.
- [4] 李国学,张福锁.固体废物堆肥化与复混肥生产[M].北京:化学工业出版社,2000:67.

(下转第75页)

- 农村科技,2010(20):54.
- [27] Mia B. Altered sex expression by plant growth regulators: An overview in medicinal vegetable bitter melon (*Momordica charantia* L.) [J]. Journal of Medicinal Plants Research, 2014 (8).
- [28] 寿森炎,汪俏梅.高等植物性别分化研究进展[J].植物学通报,2000,17(6):528-535.
- [29] 张鹏,傅爱根,王爱国.  $AgNO_3$  在植物离体培养中的作用及可能的机制[J].植物生理学通讯,1997,33(5):376-379.
- [30] 丁一,徐启江.被子植物成花诱导和性别决定机制的研究进展[J].植物生理学报,2014,50(1):19-36.
- [31] 应振土,李曙轩.乙烯控制瓠瓜性别分化的机理研究[J].中国科学,1991(3):276-283.
- [32] 应振土,李曙轩. GAs 和 STS 对乙烯利诱导瓠瓜产生雌花的拮抗[J].浙江大学学报(农业与生命科学版),1989(3):247-252.
- [33] 汪俏梅,曾广文.赤霉素及矮壮素对苦瓜性别表现的影响[J].Journal of Zhejiang Agricultural University, 1996. 22(5):541-546.
- [34] 史建廷,张洁,张海英,等.硝酸银和赤霉素对西瓜雌性系诱雄效果的影响[J].中国瓜菜,2016,29(4):10-14.
- [35] 邹竣竹,韩蕾,孙振元.环境因子和植物激素在植物性别表达中的作用[J].世界林业研究,2017,30(2):26-30.
- [36] 杨鼎新,孙妍芳.硫代硫酸银诱导黄瓜雌性系雄花试验[J].陕西农业科学,1990(5):31-43.
- [37] 崔鸿文,张檀.黄瓜雌性系诱雄方法研究[J].陕西农业科学,1990(3):31-32.
- [38] 葛长军,闫良,徐丽荣,等.赤霉素对黄瓜雌性系的诱雄效果及诱导性状间的相关性研究[J].湖南农业科学,2016(2):5-8.
- [39] 许明,王世刚.黄瓜雌性系不同处理方式诱雄试验[J].北方园艺,2001(4):50.
- [40] 邓强,曹明明,王惠哲,等.不同诱雄试剂对黄瓜诱雄效果的比较试验[J].吉林蔬菜,2016(7):41-42.
- [41] 姜跃文,王世文.黄瓜雌性系诱雄效果的比较研究[J].农业与技术,2009,29(1):54-57.
- [42] 杨国志,袁伟,叶立华,等.水果黄瓜化学诱雄技术[J].浙江农业科学,2017(2):209-210,213.
- [43] Peñ̄a Aranda A, Payan M C, Garrido D, et al. Production of fruits with attached flowers in zucchini squash is correlated with the arrest of maturation of female flowers[J]. Journal of Pomology & Horticultural Science, 2007, 82(4): 579-584.
- [44] Ren Z. The Co-Involvement of Light and Air Temperature in Regulation of Sex Expression in Monoecious Cucumber(*Cucumis sativus* L.)[J]. Agricultural Sciences, 2014, 5(10): 858-863.
- [45] Manzano S, Martinez C, Garcia J M, et al. Involvement of ethylene in sex expression and female flower development in watermelon (*Citrullus lanatus*) [J]. Plant Physiol Biochem, 2014, 85: 96-104.
- [46] 鲍东兵.植物生长物质及环境因素对瓜类植物性别分化的影响[J].辽宁师专学报(自然科学版),2002,4(2):4-6.
- [47] 龚军辉.环境与性别分化[J].高等函授学报,2005,19(3):48-49.
- [48] Yamasaki S, Fujii N H. Photoperiodic regulation of CS-ACS2, CS-ACS4 and CS-ERS gene expression contributes to the femaleness of cucumber flowers through diurnal ethylene production under short-day conditions[J]. Plant Cell & Environment, 2010, 26(4): 537-546.
- [49] 吴春燕,宋廷宇,张晓明,等.氮肥对大白菜生长及产量的影响[J].东北农业科学,2014,39(5):80-83.
- [50] 曹宗异,李佳格,金以丰,等.在环境因子影响下黄瓜雌雄花比例之改变[J].北京大学学报(自然科学),1957(2):233-246.
- [51] 邵宏波,姜恩来,初立业.高等植物的性别表达及其调控——外界因子对植物性别表达的影响[J].四川师范学院学报(自然科学版),1992(4):275-279.
- [52] Rudich J, Halevy A H, Kedar N. The level of phytohormones in monoecious and gynoecious cucumbers as affected by photoperiod and ethephon[J]. Plant Physiology, 1972, 50(5): 585-590.

收稿日期:2017-09-15;修回日期:2017-10-10;录用日期:2017-10-15

(上接第62页)

- [5] 李艳霞,王敏健,王菊思.有机固体废弃物堆肥的腐熟度参数及指标[J].环境科学,1999,20(2):98-103.
- [6] 尹红梅,刘标,许隽,等.发酵床养猪垫料基础参数变化[J].家畜生态学报,2016,37(1):76-80.
- [7] 蒋海燕,雷平,杜东霞,等.发酵床陈化垫料堆肥效果研究[J].家畜生态学报,2016,39(4):59-62.
- [8] 王晓霞,易中华,计成,等.果寡糖和枯草芽孢杆菌对肉鸡肠道菌群数量、发酵粪中氨气和硫化氢散量及营养素利用率的影响[J].畜牧兽医学报,2006(4):337-341.
- [9] 单奇华,俞元春,傅利剑,等.除臭酵母的筛选及其除臭机理[J].南京林业大学学报(自然科学版),2005,29(4):101-104.
- [10] Armando G S, Clemens P. Fate of  $H_2S$  during the cultivation of *Chlorella* sp. deployed for biogas upgrading[J]. Journal of Environmental Management, 2017, 191: 252-257.
- [11] Carrera-Chapela F, Donoso-Bravo A, Jeison D, et al. Development, identification and validation of a mathematical model of anaerobic digestion of sewage sludge focussing on  $H_2S$  formation and transfer[J]. Biochemical Engineering Journal, 2016, 112: 13-19.
- [12] 苏娟.脱除养殖场臭气的微生物菌种筛选及其性能测定[D].太原:太原理工大学,2012.
- [13] 简保权.猪粪堆肥过程中  $NH_3$  和  $H_2S$  的释放特点及除臭微生物的筛选研究[D].武汉:华中农业大学,2006.
- [14] 任顺荣,院多本华夫,前川孝昭.畜禽废弃物高温好氧堆腐过程中气体产生与变化[J].农业环境科学学报,2004,23(2):355-358.