

不同菌渣肥施用量对小麦产量及其构成因素的影响

聂胜委¹,李向东²,张玉亭¹,张巧萍^{1,3},张水清¹,黄绍敏¹,康源春¹,王二耀⁴

(1. 郑州国家潮土土壤肥力与肥料效益监测站/河南省农业科学院 植物营养与资源环境研究所,河南 郑州 450002;
2. 河南省农业科学院 小麦研究所,河南 郑州 450002; 3. 河南农业大学 生命科学学院,河南 郑州 450002;
4. 河南省农业科学院 畜牧兽医研究所,河南 郑州 450002)

摘要:为筛选适宜的菌渣肥配方,减轻农业副产物对环境的危害,提高农业生产的可持续性,以不施菌渣肥为对照(CK-JZ0),探讨了菌渣、牛粪不同体积配比的菌渣肥(JZA(纯菌渣)、JZB(菌渣/牛粪=0.5)、JZC(菌渣/牛粪=1)、JZD(菌渣/牛粪=2)在3 000(JZ1)、6 000(JZ2)、9 000(JZ3) kg/hm² 3个施用量水平上对小麦产量及其构成因素的影响。结果表明,采用菌渣和牛粪配合施用,在施用量较低(3 000 kg/hm²)或两者配比不适宜(JZD)时对产量有抑制作用,在适宜的施用量(6 000 kg/hm²、9 000 kg/hm²)和适宜的配比(JZA、JZB、JZC)下才表现出较为明显的增产效果。与CK-JZ0相比,当菌渣和牛粪配合施用量为6 000 kg/hm²时,JZB处理对小麦株高、总干物质质量、穗粒数以及JZA处理对小麦的穗粒数有连续稳定的促进作用,JZA处理平均较CK-JZ0增产4.7%;当菌渣和牛粪配合施用量为9 000 kg/hm²时,JZA、JZB、JZC处理对株高、穗长、穗粒数以及JZD处理对穗粒数有持续稳定的促进作用,其中JZB、JZC处理表现出稳定的增产效果,平均分别较CK-JZ0增产6.7%、15.9%。

关键词:菌渣肥;施用量;小麦;产量

中图分类号: S141.4;S512.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-3268(2015)06-0076-05

Effects of Different Edible Fungus Residue Fertilizer Application Amounts on Wheat Yield and Yield Components

NIE Shengwei¹, LI Xiangdong², ZHANG Yuting¹, ZHANG Qiaoping^{1,3}, ZHANG Shuiqing¹,
HUANG Shaomin¹, KANG Yuanchun¹, WANG Eryao⁴

(1. National Soil Fertility and Fertilizer Effects Long-term Monitoring Net Work-Zhengzhou Fluvo-aquic Station/Institute of Plant Nutrient and Environmental Resources, Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou 450002, China;
2. Wheat Research Institute, Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou 450002, China; 3. College of Life Sciences, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China; 4. Institute of Animal Husbandry Research Center, Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: The effects of four kinds of edible fungus residue fertilizer which included JZA (pure edible fungus residue), JZB (edible fungus residue to cattle manure ratio was 0.5), JZC (edible fungus residue to cattle manure ratio was 1) and JZD (edible fungus residue to cattle manure ratio was 2) and three application amounts (3 000 kg/ha (JZ1), 6 000 kg/ha (JZ2), and 9 000 kg/ha (JZ3)) on wheat yield and yield components were studied with the treatment without edible fungus residue fertilizer as control (CK-

收稿日期:2014-12-20
基金项目:“十二五”科技支撑计划循环农业项目(2012BAD14B08,2012BAD14B04);国家自然科学基金项目(31301284);河南省农业科学院优秀青年科技基金项目(2013YQ15);河南省重点科技攻关项目(132102110068);河南省超级产粮大省奖励资金扶持粮油良种培育等项目(20150104)
作者简介:聂胜委(1979-),男,河南汝州人,副研究员,博士,主要从事长期定位施肥、农田受损生态系统修复及循环农业等方面的研究。E-mail: nsw2007@cau.edu.cn

JZ0), so as to look for suitable edible fungus residue fertilizer formula and reduce those harms to the environment. The results showed that compared to CK-JZ0 treatment, the wheat yield decreased when the edible fungus residue and cattle manure fertilizer application amount was 3 000 kg/ha or the ratio of edible fungus residue to cattle manure (JZD) was unsuitable; the wheat yield increased when the edible fungus residue fertilizer application amount was 6 000 kg/ha and 9 000 kg/ha respectively or the ratio of edible fungus residue to cattle manure (JZA, JZB, JZC) was suitable. Compared to CK-JZ0 treatment, there were successively increasing effects of JZB treatment on the height, total dry biomass, kernels number per spike of wheat and JZA treatment on kernels number per spike of wheat respectively, when the edible fungus fertilizer application amount was 6 000 kg/ha. And the yield of JZA treatment was 4.7% higher than CK-JZ0. Similarly, there were successively increasing effects of JZA, JZB, JZC treatments on the height, length of spike, kernels number per spike of wheat, JZA treatment on kernels number per spike of wheat, and JZB and JZC treatments on yield respectively, when the edible fungus fertilizer application amount was 9 000 kg/ha. And the yields of JZB and JZC treatments were 6.7% and 15.9% higher than CK-JZ0 treatment respectively.

Key words: edible fungus residue fertilizer; application amounts; wheat; yield

菌渣是栽培食用菌后残留的培养基废料, 主要包括木屑、棉籽壳、玉米芯及作物秸秆等食用菌分解吸收后残留的粗物质、食用菌代谢产物以及部分菌丝体^[1-2]。我国是食用菌生产大国, 据统计, 平均每年产生的菌渣超过 400 t, 而利用率仅有 33%^[3-5]。一方面造成资源的极大浪费; 另一方面由于霉菌和害虫的生长, 增加了空气中霉菌孢子和害虫的数量, 造成空气污染^[6]。将菌渣还田能提高土壤有机质、全氮、有效磷、交换钾含量, 增加土壤团粒结构, 降低容重^[7-9], 改善土壤 pH 值^[8-9], 增加土壤微生物群落多样性^[10]。而且, 菌渣可以作为矿井水污染土壤的改良剂, 改善土壤理化性质, 提高小麦产量^[11]; 施用菌渣能有效增加稻田土壤的碱解氮、速效钾和有机质含量, 改善水稻灌浆期旗叶的光合性能^[12], 增加水稻有效分蘖数、穗数和产量^[13-14]。此外, 施用菌渣还可以改善水果品质^[15-16]。可见, 菌渣具有多种利用价值。目前, 由于食用菌生产单位多是分布在广大农村的家庭个体, 菌渣堆放废弃现象普遍, 如何因地制宜、科学合理地利利用菌渣, 保持食用菌业、种植业的有效衔接以及农村生态环境净化具有重要的现实意义。为此, 研究不同配方菌渣肥施用量对小麦产量及其构成因素的影响, 为筛选适宜的菌渣肥配方和施肥技术, 减轻食用菌产业废弃物对环境的危害, 做到食用菌产业废料与种植业肥源有效衔接提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 试验地概况

试验地位于河南省农业科学院郑州国家潮土土壤肥力与肥料效益监测站 (34°47'N、113°40'E), 气

候类型为暖温带季风气候, 四季分明, 年平均气温 14.4℃, >10℃积温约 5 169℃。7月最热, 平均 27.3℃; 1月最冷, 平均 0.2℃; 年平均降雨量 645 mm, 无霜期 224 d, 年平均蒸发量 1 450 mm, 年日照时间约 2 400 h。土壤类型为潮土, pH 值 8.3, 土壤有机质 (SOM) 78.2 g/kg、全氮 740 mg/kg、有效磷 (Olsen-P) 25.6 mg/kg、有效钾 (K) 98.2 mg/kg。

1.2 试验设计

试验采用随机区组设计, 4种由不同体积比生产的菌渣肥分别为 JZA (纯菌渣)、JZB (菌渣/牛粪 = 0.5)、JZC (菌渣/牛粪 = 1)、JZD (菌渣/牛粪 = 2); 3个施用量水平分别为 JZ1 (3 000 kg/hm²)、JZ2 (6 000 kg/hm²)、JZ3 (9 000 kg/hm²); 以不施菌渣肥处理 (CK-JZ0) 作为对照, 共 13 个处理, 重复 3 次, 共计 39 个小区, 小区面积为 5 m × 8 m。小麦种植季田间作业顺序为: 将上季玉米的秸秆全部粉碎还田, 各小区施入对应量的菌渣肥, 然后用犁翻耕, 深度为 20 cm 左右, 旋耕 2 遍, 最后打埂播种。试验选用的小麦品种为郑麦 7698 (国审麦 2012009), 分别于 2012、2013 年的 10 月中旬播种, 采用机播耧播种, 行距 23 cm, 播量均为 375 kg/hm²; 氮肥为尿素, 施纯氮 165 kg/hm², 底肥、追肥比为 3:2; 磷肥为磷酸二氢钙, 施纯磷肥 (P₂O₅) 82.5 kg/hm²; 钾肥为硫酸钾, 施纯钾肥 (K₂O) 82.5 kg/hm², 磷、钾肥做底肥一次性施入。分别于 2013、2014 年 6 月上旬收获, 各个小区实收测产、考种; 小麦生育期内各个小区田间管理均保持一致。

1.3 数据处理

试验数据采用 Excel、DPS 等软件进行整理和分析。

2 结果与分析

2.1 不同菌渣肥施用量对小麦生长发育的影响

由表 1 可以看出,2013 年,与 CK - JZ0 相比,JZA - JZ1、JZB - JZ1、JZA - JZ2、JZB - JZ2、JZC - JZ2、JZD - JZ2、JZA - JZ3、JZB - JZ3 处理的总干物质量较高,其中以 JZA - JZ3 (18 647.8 kg/hm²) 处理最高;JZA - JZ1、JZC - JZ1、JZA - JZ2、JZB - JZ2、JZC - JZ2、JZA - JZ3、JZB - JZ3、JZC - JZ3、JZD - JZ3 处理的株高较高,其中以 JZA - JZ3 处理最高,达到 67.8 cm,显著高于 CK - JZ0 (60.3 cm)、JZB - JZ1 (58.1 cm)、JZD - JZ1 (58.2 cm)、JZD - JZ2 (59.2 cm) 处理;JZA -

JZ1、JZC - JZ1、JZB - JZ2、JZA - JZ3、JZB - JZ3、JZC - JZ3 处理的穗长较长,分别为 7.79、7.82、7.80、7.73、7.88、7.96 cm,而其他处理则较短,所有处理间差异均不显著。

2014 年,与 CK - JZ0 相比,JZD - JZ1 (27 762.6 kg/hm²)、JZB - JZ2 (27 690.0 kg/hm²) 处理的总干物质量较高,其他处理则较低;JZB - JZ2、JZC - JZ2、JZA - JZ3、JZB - JZ3、JZC - JZ3 处理株高较高,分别为 75.7、76.9、76.3、76.2、76.0 cm,其他处理较低;JZA - JZ1、JZB - JZ1、JZD - JZ1、JZA - JZ3、JZB - JZ3、JZC - JZ3 处理穗长较高,分别为 6.77、6.90、6.98、6.78、6.98、6.80 cm,其他处理较低。

表 1 不同菌渣肥处理小麦生长发育的比较

处理	2013 年			2014 年		
	总干物质量/ (kg/hm ²)	株高/cm	穗长/cm	总干物质量/ (kg/hm ²)	株高/cm	穗长/cm
JZA - JZ1	17 690.6ab	63.0abc	7.79a	25 253.2ab	73.1abc	6.77a
JZB - JZ1	16 429.2ab	58.1c	7.49a	22 018.6ab	73.9abc	6.90a
JZC - JZ1	14 873.5ab	64.1abc	7.82a	22 816.4ab	74.2abc	6.63a
JZD - JZ1	12 967.8b	58.2c	7.48a	27 762.6a	69.4cd	6.98a
JZA - JZ2	17 409.0ab	64.8abc	7.52a	23 570.6ab	73.3abc	6.68a
JZB - JZ2	18 154.1ab	64.5abc	7.80a	27 690.0a	75.7ab	6.53ab
JZC - JZ2	16 707.1ab	62.4abc	7.45a	23 715.7ab	76.9a	6.62ab
JZD - JZ2	16 132.2ab	59.2bc	7.57a	19 059.6b	67.0d	6.17b
JZA - JZ3	18 647.8a	67.8a	7.73a	24 020.3ab	76.3a	6.78a
JZB - JZ3	16 876.8ab	63.8abc	7.88a	24 484.4ab	76.2a	6.98a
JZC - JZ3	13 982.2ab	65.7ab	7.96a	22 801.9ab	76.0ab	6.80a
JZD - JZ3	13 761.2ab	62.6abc	7.39a	23 889.7ab	71.2bcd	6.57ab
CK - JZ0	15 611.0ab	60.3bc	7.68a	25 630.3ab	74.4abc	6.68a

注:同列数据后不同小写字母代表不同处理间差异显著(P≤0.05),下同。

2.2 不同菌渣肥施用量对小麦产量构成因素的影响

由表 2 可以看出,2013 年,与 CK - JZ0 相比,JZA - JZ1、JZB - JZ1、JZA - JZ2、JZB - JZ2、JZC - JZ2、JZD - JZ2、JZA - JZ3 处理群体穗数较大,分别为 529.3 万、687.1 万、544.5 万、647.6 万、602.1 万、638.5 万、549.0 万穗/hm²,其中以 JZB - JZ1 处理最高,JZB - JZ2 处理次之;JZA - JZ1、JZC - JZ1、

JZA - JZ2、JZB - JZ2、JZA - JZ3、JZB - JZ3、JZC - JZ3、JZD - JZ3 处理穗粒数较大,分别为 34.7、30.1、35.5、32.6、39.6、37.7、39.7、30.0 粒,其中 JZA - JZ3、JZC - JZ3 处理穗粒数均显著高于 CK - JZ0;JZA - JZ1、JZB - JZ1、JZC - JZ1、JZD - JZ1、JZB - JZ2、JZC - JZ2、JZD - JZ2 处理千粒质量较大,分别为 53.5、53.3、53.7、53.4、52.4、53.0、54.6 g,其他处理千粒质量较小。

表 2 不同菌渣肥处理小麦产量构成因素的比较

处理	2013 年			2014 年		
	群体穗数/ (万穗/hm ²)	穗粒数	千粒质量/ g	群体穗数/ (万穗/hm ²)	穗粒数	千粒质量/ g
JZA - JZ1	529.3abcd	34.7abcd	53.5a	574.4ab	30.5a	53.59abc
JZB - JZ1	687.1a	25.2de	53.3a	512.0bc	27.1a	53.33abc
JZC - JZ1	464.1cd	30.1abcde	53.7a	548.3ab	27.9a	54.11ab
JZD - JZ1	435.3d	26.4cde	53.4a	484.5bc	28.5a	54.47a
JZA - JZ2	544.5abcd	35.5abc	49.9bcd	520.7abc	30.9a	53.17abc
JZB - JZ2	647.6ab	32.6abcde	52.4ab	568.6ab	32.2a	53.13abc
JZC - JZ2	602.1abcd	27.6bcde	53.0ab	526.5abc	31.6a	53.25abc

续表 2 不同菌渣肥处理小麦产量构成因素的比较

处理	2013 年			2014 年		
	群体穗数/ (万穗/hm ²)	穗粒数	千粒质量/ g	群体穗数/ (万穗/hm ²)	穗粒数	千粒质量/ g
JZD - JZ2	638.5abc	24.4e	54.6a	413.3c	27.4a	54.79a
JZA - JZ3	549.0abcd	39.6a	46.6de	557.0ab	30.4a	51.64c
JZB - JZ3	500.5bcd	37.7ab	48.3cde	645.5a	32.2a	51.98bc
JZC - JZ3	445.9d	39.7a	46.4e	568.6ab	29.1a	53.60abc
JZD - JZ3	459.6cd	30.0abcde	48.6cde	516.4bc	28.8a	55.19a
CK - JZ0	509.6abcd	27.7bcde	51.7abc	571.5ab	28.6a	53.63abc

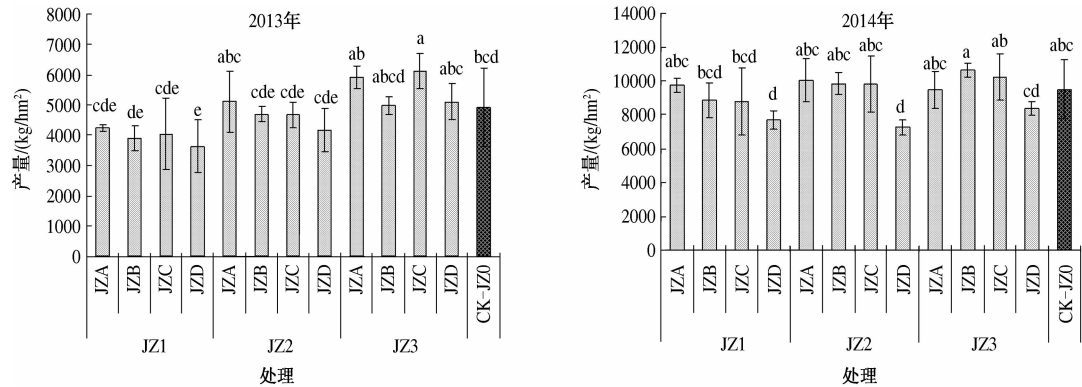
由表 2 可以看出,2014 年,与 CK - JZ0 相比, JZA - JZ1、JZB - JZ3 处理的群体穗数较高,分别为 574.4 万、645.5 万穗/hm²;仅 JZB - JZ1、JZC - JZ1、JZD - JZ1、JZD - JZ2 处理穗粒数较少,分别为 27.1、27.9、28.5、27.4 粒,其他处理穗粒数均较多,但是处理间差异不显著;JZC - JZ1、JZD - JZ1、JZD - JZ2、JZD - JZ3 处理千粒质量较大,分别为 54.11、54.47、54.79、55.19 g,其中 JZD - JZ3 处理最高。

2.3 不同菌渣肥施用量对小麦产量的影响

由图 1 可以看出,2013 年,与 CK - JZ0 相比, JZA - JZ2、JZA - JZ3、JZB - JZ3、JZC - JZ3、JZD - JZ3 处理小麦产量均较高,分别达到 5 115.9、5 923.0、4 989.2、6 116.4、5 107.6 kg/hm²,其中 JZC - JZ3 处理与 CK - JZ0 差异显著,其他处理小麦产量均较

低,小麦产量具体表现为 JZC - JZ3 > JZA - JZ3 > JZA - JZ2 > JZD - JZ3 > JZB - JZ3 > CK - JZ0 > JZB - JZ2 > JZC - JZ2 > JZA - JZ1 > JZD - JZ2 > JZC - JZ1 > JZB - JZ1 > JZD - JZ1,说明不同的菌渣肥及菌渣施用量对小麦的产量影响较大。

2014 年,与 CK - JZ0 相比, JZA - JZ1、JZA - JZ2、JZB - JZ2、JZC - JZ2、JZB - JZ3、JZC - JZ3 处理产量较高,分别达到 9 734.9、10 021.7、9 838.3、9 811.6、10 628.6、10 206.8 kg/hm²,其他处理小麦产量较低,小麦产量具体表现为 JZB - JZ3 > JZC - JZ3 > JZA - JZ2 > JZB - JZ2 > JZC - JZ2 > JZA - JZ1 > CK - JZ0 > JZA - JZ3 > JZB - JZ1 > JZC - JZ1 > JZD - JZ3 > JZD - JZ1 > JZD - JZ2,再次证明不同菌渣肥及施用量对小麦产量的影响不同。



不同小写字母表示不同处理间差异显著 (P ≤ 0.05)

图 1 不同菌渣肥施用量对小麦产量的影响

3 结论与讨论

前人研究表明,采用菌渣有机肥还田能够改善土壤的理化性质^[7-9],同时提高小麦(水稻)产量^[11,13-14]。本研究通过对不同原料配比菌渣肥及 3 种不同施用量水平研究发现,采用菌渣和牛粪配合施用,在施用量较低(3 000 kg/hm²)或两者配比不适宜(JZD)时对产量有抑制作用。在适宜的施用量(6 000 kg/hm²、9 000 kg/hm²)和适宜的配比(JZA、JZB、JZC)下才表现出较为明显的增产效果,

这就说明通过改变菌渣肥的配比解决废弃菌渣问题是可行的,同时也为解决养殖业中的粪肥问题提供了一条有效、便捷的途径。本研究结果表明,施用菌渣肥对产量的影响最主要是通过改变穗粒数实现的。当菌渣和牛粪配合施用量为 9 000 kg/hm² 时,2013 年,JZA - JZ3(39.6 粒)、JZC - JZ3(39.7 粒)处理穗粒数均显著高于 CK - JZ0(27.7 粒);2014 年,除 JZB - JZ1、JZC - JZ1、JZD - JZ1、JZD - JZ2 处理外菌渣肥处理的穗粒数均高于 CK - JZ0(28.6 粒)。此外,不同菌渣肥在不同施用量水平上对群体穗数、

千粒质量等因子的影响不尽相同,同一施用量水平的菌渣肥在年际间也存在较大差异。这说明复合有机肥对作物生长的影响与单一有机肥相比存在较大差异,需要今后进一步研究。

本研究通过连续 2 a 的试验得出,与 CK-JZ0 相比,当菌渣和牛粪配合施用量为 6 000 kg/hm² 时,JZB 处理对小麦株高、总干物质量、穗粒数以及 JZA 处理对小麦的穗粒数、产量有连续稳定的促进作用,JZA 较 CK-JZ0 平均增产 359.3 kg/hm²,平均增幅 4.7%;当菌渣和牛粪配合施用量为 9 000 kg/hm² 时,JZA、JZB、JZC 处理对株高、穗长、穗粒数以及 JZD 处理对穗粒数有持续稳定的促进作用,其中 JZB、JZC 处理表现出稳定的增产效果,分别较 CK-JZ0 平均增产 599.5、952.1 kg/hm²,平均增幅为 6.7%、15.9%。

由于本研究是在大田条件下进行的,试验结果受自然因素以及研究年限等因素的制约,有待于进一步研究和验证。

参考文献:

- [1] Amraoui H, Lazrek H B, Sedra M H, et al. Chromatographic characterization and phytotoxic activity of *Fusarium oxysporum* f. sp. albedinis and saprophytic strain toxins [J]. Journal of Phytopathology, 2005, 153 (4): 203-208.
- [2] Proctor R H, Busman M, Seo J A, et al. A fumonisin biosynthetic gene cluster in *Fusarium oxysporum* strain O-1890 and the genetic basis for B versus C fumonisin production [J]. Fungal Genet Bio, 2008, 45(6): 1016-1026.
- [3] 卫智涛,周国英,胡清秀. 食用菌菌渣利用研究现状 [J]. 中国食用菌, 2010, 29(5): 3-6, 11.
- [4] 万水霞,朱宏斌,李帆,等. 食用菌菌渣的综合利用研究 [J]. 园艺与种苗, 2011(6): 12-14, 89.
- [5] 温广蝉,叶正钱,王旭东,等. 菌渣还田对稻田土壤养分动态变化的影响 [J]. 水土保持学报, 2012, 26(3): 82-86.
- [6] 王世强,杨敏,叶长林. 食用菌废料快速发酵转化有机肥条件的探讨 [J]. 中国食用菌, 2008, 27(6): 21-23.
- [7] 陈庆榆,黄守程,姚政. 蚯蚓和食用菌废渣对土壤的综合改良作用 [J]. 中国林副特产, 2008, 8(4): 24-25.
- [8] 杨彦,裴宇,洪坚平. 菌肥沼渣配施对采煤塌陷复垦土壤养分与油菜品质的影响 [J]. 山西农业科学, 2010, 38(1): 68-72.
- [9] 赵志白,刘美菊,季光孟,等. 单季稻施用食用菌废菌棒的效果 [J]. 浙江农业科技, 2010(4): 801-802.
- [10] 张泽,谢放,李建宏. 香菇菌渣对土壤微生态的影响 [J]. 环境污染与防治, 2013, 35(4): 75-80.
- [11] 马守臣,吕鹏,邵云,等. 粉煤灰和菌渣配施对矿井水污染土壤微生物学特性和小麦生长的影响 [J]. 煤炭学报, 2012, 37(1): 207-211.
- [12] 郑宁,马嘉伟,王旭东,等. 菌渣化肥配施对水稻剑叶光合性能和产量的影响 [J]. 浙江农业学报, 2013, 25(3): 603-608.
- [13] 冯德庆,黄勤楼,黄秀声,等. 菌渣对水稻生长性状、产量及土壤肥力的影响 [J]. 中国土壤与肥料, 2012(1): 74-77.
- [14] 马嘉伟,黄其颖,程礼泽,等. 菌渣化肥配施对红壤养分动态变化及水稻生长的影响 [J]. 浙江农业学报, 2013, 25(1): 147-151.
- [15] 吴油锋. 施用菌渣对脐橙产量与品质的影响 [J]. 现代农业科技, 2011(19): 152-153.
- [16] 廖汝玉,徐庆贤,林斌,等. 沼渣、食用菌菌渣对香蕉生长和结果的影响 [J]. 福建农业学报, 2009, 24(4): 333-337.