

施用菇渣对土壤微生物、土壤肥力及 夏玉米产量的影响

郭宏敏, 陈世昌, 徐明辉, 周云帆
(河南农业职业学院, 河南 郑州 451450)

摘要: 在大田条件下, 以夏玉米郑单 958 为试验材料, 设置了 10 000 kg/hm² (LM)、15 000 kg/hm² (MM)、20 000 kg/hm² (HM) 3 个菇渣施用量处理, 以不施菇渣为对照 (CK), 研究菇渣施用量对土壤微生物、土壤肥力以及玉米产量的影响。结果表明, 施入菇渣的土壤中可培养细菌、放线菌、真菌数量比对照提高 68.0%~133.3% ($P<0.01$)、60.0%~95.2% ($P<0.01$)、29.4%~47.1%; 土壤总有机质、活性有机质、碱解氮、速效磷、速效钾含量均表现为 HM>MM>LM>CK, 分别比对照提高 14.7%~25.0% ($P<0.05$)、35.3%~47.1% ($P<0.01$)、9.7%~13.8% ($P<0.05$)、17.6%~25.6% ($P<0.01$)、9.6%~15.7%, 活性有机质/总有机质由 14.7% 提高到 17.2%~17.6%; HM、MM、LM 3 个菇渣处理的玉米产量较对照增加 9.62%、9.18%、7.07% ($P<0.05$)。表明施用菇渣对提高土壤微生物数量、土壤养分含量和夏玉米产量有显著效果。

关键词: 菇渣; 夏玉米; 土壤微生物; 土壤养分; 产量

中图分类号: S154 S513 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-3268(2013)07-0061-04

Effects of Mushroom Residue Application on Soil Microorganisms, Soil Fertility, Yield of Summer Maize (*Zea mays* L.)

GUO Hong-min, CHEN Shi-chang, XU Ming-hui, ZHOU Yun-fan
(Henan Agricultural Vocational College, Zhengzhou 451450, China)

Abstract: A field experiment was conducted to study the effects of mushroom residue on soil microorganisms, soil fertility and maize yields. This study designed 4 application levels of 0 (CK), 10 000 (LM), 15 000 (MM) and 20 000 kg (HM) mushroom residue per hectare. The results showed that the quantity of bacteria, actinomycetes, fungi in the HM, MM, LM treatments increased by 68.0%–133.3% ($P<0.01$), 60.0%–95.2% ($P<0.01$), 29.4%–47.1% compared to the CK, respectively. Soil organic matter, active organic matter, available N, available P and available K in the HM, MM, LM treatments were 14.7%–25.0% ($P<0.05$), 35.3%–47.1% ($P<0.01$), 9.7%–13.8% ($P<0.05$), 17.6%–25.6% ($P<0.01$), 9.6%–15.7% higher than the CK, respectively. The ratio of active organic matter to total organic matter increased from 14.7% to 17.2%–17.6%. The maize yields in the HM, MM and LM treatments increased by 9.62%, 9.18%, 7.07% ($P<0.05$) compared with the CK. The results showed that mushroom residue application could significantly improve the soil microorganisms, nutrient contents and the yield of summer maize.

Key words: mushroom residue; summer maize; soil microorganism; soil nutrient; yield

收稿日期: 2013-03-11

基金项目: 河南省重点科技攻关项目 (082102110004)

作者简介: 郭宏敏 (1973-), 男, 河南中牟人, 讲师, 硕士, 主要从事作物栽培、育种教学与科研工作。

E-mail: 512795492@qq.com

我国是世界上食用菌第一生产国,其栽培每年产生大量菇渣,据估计,仅 2008 年产生的菇渣总量就达 4.57×10^7 t^[1]。菇渣中不仅含有大量的有机质、氮、磷、钾等营养成分^[2],同时还含有丰富的纤维素、木质素、维生素、抗生素和其他生物活性物质^[3],对改良土壤、提高土壤肥力和作物产量有重要作用,是一种良好的有机肥料^[1,4]。赵艳等^[5]推广了夏玉米套种平菇栽培模式,取得了较好的应用效果,而栽培平菇的菇渣对土壤微生物、土壤肥力以及玉米产量的影响还未见报道。为此,以夏玉米郑单 958 为材料,研究不同菇渣施用量对夏玉米田土壤微生物、土壤养分以及玉米产量的影响,以期为推动菇渣还田技术提供参考依据。

1 材料和方法

1.1 材料

供试玉米品种为郑单 958。栽培平菇后的菇渣取自河南农业职业学院综合实训基地,其含有机质 498.5 g/kg、全氮 7.7 g/kg、全磷 51.9 g/kg、全钾 84.2 g/kg。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 试验于 2011 年 5—9 月在中牟县官渡镇二十里铺村进行。试验地土壤为潮土,前茬作物为小麦,土壤含有机质 12.2 g/kg、碱解氮 75.1 mg/kg、速效磷 20.8 mg/kg、速效钾 184.7 mg/kg。试验采用随机区组设计,共设置 4 个处理:(1)对照(CK),即不施菇渣;(2)施低量菇渣(LM),即 10 000 kg/hm²; (3)施中量菇渣(MM),即 15 000 kg/hm²; (4)施高量菇渣(HM),即 20 000 kg/hm²。小区面积为 15 m×6 m,重复 3 次。在小麦收获后,将粉碎的菇渣均匀施入各试验小区。试验于 6 月 8 日统一播种,各小区采用相同的施肥措施,田间管理按一般高产田进行。

1.2.2 测定项目与方法 土样采集:在玉米收获期(9 月 20 日)采集土样,每个小区按“S”型随机取 5 个样点(0~20 cm 土层),然后混合组成 1 个试样,剔除石块、植物残根等杂物,混合装袋带回实验室,

用于测定土壤微生物数量和土壤养分。

土壤可培养微生物测定:土壤可培养微生物数量采用稀释平板法测定^[6],细菌、放线菌、真菌分别采用牛肉膏蛋白胨、改良高氏一号、孟加拉红-马丁培养基培养。

土壤养分含量测定:土壤有机质、活性有机质分别采用重铬酸钾外加热法、高锰酸钾氧化法测定^[7];碱解氮、速效磷、速效钾分别用扩散法、钼锑抗比色法、火焰光度计法测定^[8]。

玉米产量性状及产量测定:于 9 月 20 日每小区按梅花 5 点取 20 穗,带回室内考种,并脱粒称籽粒质量,然后换算成产量。

1.3 数据分析

用 Excel 2003 软件对数据进行统计,用 DPS 7.05 软件进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 不同处理对土壤可培养微生物数量的影响

微生物是土壤中活的生命体,是转化土壤肥力不可缺少的活性物质;细菌、真菌和放线菌是土壤微生物的主要组成部分,对土壤中的有机化合物分解及土壤腐殖质合成起着重要作用^[9]。从表 1 可以看出,土壤中细菌最多,比放线菌高 1 个数量级,比真菌高 2 个数量级。土壤中可培养细菌、放线菌、真菌的数量随菇渣施用量的增加而增加。菇渣对细菌和放线菌数量影响较大,LM、MM、HM 3 个处理细菌数量分别比对照提高 68.0%、118.3%、133.3% ($P < 0.01$),放线菌数量提高 60.0%、78.7%、95.2% ($P < 0.01$)。真菌数量比对照提高 29.4%、47.1%、47.1%,增加幅度较细菌、放线菌小,随着菇渣施用量的增加,真菌所占比例由 0.30% 下降到 0.19%,细菌/真菌、放线菌/真菌比值呈增加趋势。说明施用菇渣极显著促进了土壤中细菌、放线菌的生长。其原因是菇渣孔隙度大,还田后改善了土壤通气状况,并为微生物生长提供了丰富的营养,促进了土壤中微生物的繁殖,致使其数量显著增加。

表 1 不同处理对土壤可培养微生物的影响

| 处理 | 细菌/ ($\times 10^5$ cfu/g) | 放线菌/ ($\times 10^5$ cfu/g) | 真菌/ ($\times 10^5$ cfu/g) | 微生物总数/ ($\times 10^5$ cfu/g) | 细菌/真菌 (B/F) | 放线菌/真菌 (A/F) |
|----|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|----------------|-----------------|
| CK | 510.0±66.7cC | 48.3±5.8bB | 1.7±0.3bA | 560.0±72.0cB | 316.0±72.8bA | 29.7±6.2aA |
| LM | 856.7±82.2bB | 77.3±6.2aA | 2.2±0.1abA | 936.2±76.0bA | 385.3±32.2abA | 35.0±3.9aA |
| MM | 1 113.3±102.2aAB | 86.3±7.8aA | 2.5±0.3aA | 1 202.1±105.4aA | 466.8±95.0aA | 35.9±6.2aA |
| HM | 1 190.0±133.3aA | 94.3±5.6aA | 2.5±0.3aA | 1 286.8±127.7aA | 485.0±65.0aA | 38.6±5.8aA |

注:同列数据后不同小或大写字母表示差异达 0.05 或 0.01 显著水平,下同。

2.2 不同处理对土壤养分的影响

从表 2 看出,施用菇渣可有效改善土壤养分状况。菇渣施用量由低至高的处理土壤总有机质、活性有机质分别比对照提高 14.7%、17.2%、25.0% ($P<0.05$) 和 35.3%、41.2%、47.1% ($P<0.01$),活性有机质所占比例由 14.7% 提高到 17.3%、17.6%、17.2%。其原因是菇渣中不仅含有较高的有机质,而且含有很多菌丝

体,其更易被转化成为腐殖质,使得土壤中活性有机质含量增加。施用菇渣对土壤碱解氮、速效磷的影响较大,LM、MM、HM 3 个处理的碱解氮、速效磷含量比对照提高 9.7%、12.7%、13.8% ($P<0.05$) 和 17.6%、20.1%、25.6% ($P<0.01$);速效钾含量分别比对照提高 9.6%、10.5%、15.7%,3 个施菇渣处理之间差异不显著,只有施高量菇渣处理显著高于对照。

表 2 不同处理对土壤养分的影响

| 处理 | 总有机质/(g/kg) | 活性有机质/(g/kg) | 碱解氮/(mg/kg) | 速效磷/(mg/kg) | 速效钾/(mg/kg) |
|----|--------------|--------------|-------------|--------------|----------------|
| CK | 11.6±0.62bB | 1.7±0.04cB | 73.3±1.93bA | 19.9±0.33cB | 191.0±2.00bA |
| LM | 13.3±0.36aAB | 2.3±0.07bA | 80.4±1.38aA | 23.4±0.82bA | 209.3±7.56abA |
| MM | 13.6±0.67aAB | 2.4±0.10abA | 82.6±3.13aA | 23.9±0.29abA | 211.0±11.33abA |
| HM | 14.5±0.49aA | 2.5±0.08aA | 83.4±2.07aA | 25.0±0.80aA | 220.9±9.91aA |

2.3 不同处理对玉米产量及其相关性状的影响

由表 3 可见,施用菇渣提高了玉米穗数、穗粒数、千粒重和产量。与对照相比,菇渣施用量从高到低 3 个处理的穗数提高 2.85%、2.82%、2.57%,穗粒数提高 5.62%、5.34% 和 3.87%,产量提高 9.62%、9.18%、7.07%,差异显著;3 个处

理千粒重比对照提高 0.91%、0.82%、0.52%,差异不显著。施用菇渣主要提高了夏玉米的穗数、穗粒数,从而提高玉米产量。随着施菇渣量的增加,玉米穗数、穗粒数和产量呈增加趋势,但各施菇渣处理间差异不显著,原因可能是 3 个处理的菇渣施用量差异较小。

表 3 不同处理对玉米产量及其相关性状的影响

| 处理 | 穗数/(穗/hm ²) | 穗粒数/粒 | 千粒重/g | 产量/(kg/hm ²) |
|----|-------------------------|------------|------------|--------------------------|
| CK | 58 273.0±155.6b | 475.3±6.9b | 329.0±0.9a | 9112.5±118.4b |
| LM | 59 768.7±113.6a | 493.7±1.6a | 330.7±4.2a | 9756.3±107.5a |
| MM | 59 918.3±65.1a | 500.7±3.1a | 331.7±3.8a | 9949.3±95.7a |
| HM | 59 935.0±100.7a | 502.0±5.3a | 332.0±2.0a | 9 989.5±156.6a |

3 结论与讨论

菇渣是栽培食用菌后的废弃物,如不及时进行妥善处理,将会给食用菌生产带来极大的隐患,轻则增加食用菌菌袋污染,影响食用菌的产量和质量,重则导致病虫害大量蔓延,造成严重减产,甚至绝收。因此,对菇渣进行综合利用可变废为宝,清洁环境,形成资源的良性循环,发挥最大经济效益。

许多研究表明,菇渣还田可以提高土壤微生物数量^[9-10],而土壤微生物总量增加有利于进一步活化土壤中的养分,促进作物吸收利用^[11],土壤中细菌数量与土壤速效氮、磷含量呈正相关^[12]。本试验结果表明,施用菇渣显著提高了土壤中细菌、放线菌数量,真菌数量虽也有所增加,但所占比例降低,真菌相对数量的降低有利于减轻植物病害^[4]。因此,施用菇渣可促使土壤中微生物区系朝着有利的健康

方向演变。

土壤有机质是土壤肥力的重要指标,它影响土壤物理、化学及生物性质。活性有机质在指示土壤质量和土壤肥力的变化时比总有机质更灵敏,能够更准确、更实际地反映土壤肥力的变化,是评价土壤质量的重要指标,活性有机质有效性越高,越易被土壤微生物分解利用,对植物养分供应越有利^[13]。本研究结果表明,施用菇渣不仅提高了土壤总有机质和活性有机质含量,而且极显著提高了土壤中活性有机质的比例。

大多数研究报道,施用有机肥对玉米有增产效应。其原因是一方面有机肥能够提高土壤有机质、碱解氮、速效磷、速效钾等养分含量,充足的养分供应保证了玉米生长的需求,从而可以增加玉米的穗粒数^[14],另一方面施用有机肥可提高叶绿素含量、叶面积指数以及叶片光合速率,延长叶片功能期、灌

浆期,增加玉米的籽粒数^[15]。沈学善等^[16]研究认为,麦秸与化肥配施可以提高穗长、穗粗、穗粒数和千粒重等穗部性状,同时提高夏玉米植株的双穗率,降低空秆率,显著提高群体结实穗数。本研究结果表明,施用菇渣后,土壤中总有机质、活性有机质、碱解氮、速效磷含量显著增加,提高了夏玉米的穗数和穗粒数,进而显著提高了夏玉米产量。

参考文献:

- [1] 陈世昌,常介田,吴文祥,等. 菇渣还田对梨园土壤性状及梨果品质的影响[J]. 核农学报, 2012, 26(5): 821-827.
- [2] 陈翠玲. 食用菌栽培废料养分含量分析[J]. 河南农业科学, 2002(4): 28-29.
- [3] Fidanza M A, Sanford D L, Beyer D M, *et al.* Analysis of fresh mushroom compost [J]. Hort Technology, 2010, 20(2): 449-453.
- [4] 徐江兵,林先贵,王一明,等. 施用茶树菇栽培废料对青菜土壤中微生物特征的影响[J]. 农业环境科学学报, 2012, 31(1): 131-136.
- [5] 赵艳,侯笛鸣,孙剑霞,等. 夏玉米套种平菇栽培技术[J]. 现代农业科技, 2009(10): 171.
- [6] 顾卫斌,陈世昌. 农业微生物[M]. 北京: 中国农业出版社, 2012: 120-134.
- [7] 徐明岗,于荣,王伯仁. 长期不同施肥下红壤活性有机质与碳库管理指数变化[J]. 土壤学报, 2006, 43(5): 723-729.
- [8] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000: 22-108.
- [9] 孙瑞莲,朱鲁生,赵秉强,等. 长期施肥对土壤微生物的影响及其在养分调控中的作用[J]. 应用生态学报, 2004, 15(10): 1907-1910.
- [10] 陈世昌,侯殿明,吴文祥,等. 梨园套种平菇对土壤生物活性及果实品质的影响[J]. 果树学报, 2012, 29(4): 583-588.
- [11] 杨珍平,张翔宇,苗果园. 施肥对生地谷子根苗生长及根际土壤酶活性和微生物种群的影响[J]. 核农学报, 2010, 24(4): 802-808.
- [12] 蔡晓布,彭岳林,薛会英,等. 不同培肥方式对西藏中部土壤微生物的影响研究[J]. 中国生态农业学报, 2004, 12(1): 108-110.
- [13] Yan D Z, Wang D J, Yang L Z. Long-term effect of chemical fertilizer, straw, and manure on labile organic matter fractions in a paddy soil[J]. Biology and Fertility of Soil, 2007, 44(1): 93-101.
- [14] 张学林,张许,王群. 秸秆还田配施氮肥对夏玉米产量和品质的影响[J]. 河南农业科学, 2010(9): 69-73.
- [15] 曹彩云,郑春莲,李科江,等. 长期定位施肥对夏玉米光合特性及产量的影响研究[J]. 中国生态农业学报, 2009, 17(6): 1074-1079.
- [16] 沈学善,李金才,屈会娟,等. 麦秸还田与化肥配施对夏玉米产量和植株性状的影响[J]. 玉米科学, 2009, 17(6): 79-81.