

杨 鸿,郭建芳,杨苍玲,等.生物有机肥对新整治土地地力的提升效果[J].江苏农业科学,2020,48(13):281-285.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.13.056

生物有机肥对新整治土地地力的提升效果

杨 鸿¹,郭建芳²,杨苍玲¹,余建新¹,李成学²

(1.云南农业大学水利学院,云南昆明 650201; 2.云南农业大学资源与环境学院,云南昆明 650201)

摘要:为探索施用生物有机肥对新整治土地土壤肥力的影响,实现耕地土壤肥力最大程度提升。通过 2016 年云南省马龙县旧县镇花龙潭的玉米大田肥效对比试验,分析了玉米生育期内不同施肥处理下土壤中氮、磷、钾含量的变化情况。结果表明:(1)处理 3 土壤养分含量明显高于 CK 和 CK1,在 6 月处理 3 的土壤全氮含量、全磷含量、全钾含量分别比 CK 和 CK1 提升 51% 和 20%、7% 和 3%、10% 和 3%;在 9 月处理 3 全氮、全钾含量与 CK 和 CK1 相比分别提升 59% 和 26%、9% 和 1%,全磷含量比 CK 提升 6%,比 CK1 降低 7%。(2)与 CK1 相比,处理 1 肥效缓慢而持久,处理 2 对土壤的肥力提升效果则表现为迅速稳定,为土壤提供更多养分。结果显示,施用生物有机肥对新整治土地地力的提升效果最好,为土壤提供了全面充分而持久的养分,能有效提升土壤肥力,生物有机肥的施用对新整治土地土壤性状的改良有积极作用。

关键词:新整治土地;生物有机肥;土壤肥力;土壤全氮含量;土壤全磷含量;土壤全钾含量

中图分类号: S147.5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2020)13-0281-04

耕地是人类赖以生存的基本条件,人口持续增长使粮食需求逐渐扩大,这为我国耕地资源短缺问题带来了更严峻的挑战,解决、改善耕地质量问题成为影响国家发展的重要因素。近年来,我国采取了多种科学技术措施用于改善耕地质量,虽然耕地数量有所增加,但耕地质量的提升效果却不太理想,主要表现在表层土壤太薄、有机质含量偏低、心/底土裸露、土壤结构不良、土壤养分不均衡等方面^[1]。目前,以稳定耕地数量为基础、提高耕地质量为核心,确保粮食安全是我国土地整治的主要任务。土壤肥力反映了土地的许多基本特性,科学全面地评价土壤肥力是监测耕地质量的基础^[2]。有机肥是培肥土壤的有效措施^[3],生物有机肥作为生物技术发展的产物和农业生产的一类重要肥源^[4],其以人类生产生活中产生的废料为原料进行再利用,实现了资源的循环利用,已经成为国内外的研究热点。赵红等研究表明,短期施用生物有机肥或有机无机肥可提高土壤有机碳含量与土壤碳库管理指数,有利于土壤质量提高,改善土壤肥力^[5-6],

同时生物有机肥的施用能够对轻度或中度盐碱土进行改良,降低土壤 pH 值,释放更多活性物质,有利于土壤理化性质改善^[7]。近年来,随着经济与科学技术水平的发展,以及可持续性生态农业模式的深入,对生物有机肥改良土壤肥力提出了更高的要求。目前,对施用生物有机肥对作物生理特性、产量等影响的研究^[8-9]居多,而在玉米生育期内土壤全氮、全磷、全钾含量变化的研究甚少。在此研究背景下,以新整治土地为研究主体探究不同施肥条件下土壤肥力的提升情况,可最直接快速了解如何改善耕地质量。因此,本试验以利用生物有机肥如何改善土壤肥力为重心,以期通过精准改善土地地力进而提高土地利用效率,为生物有机肥的推广应用提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验区概况

试验区位于云南省马龙县旧县街道花龙潭,海拔 1 940 m,年平均气温为 13.2℃,年降水量为 1 020 mm,土壤类型为红壤,适合种植烤烟、玉米、水稻、马铃薯、蔬菜等农作物。

新整治后土壤基本状况:全氮含量为 1.051 g/kg,全磷含量为 0.57 g/kg,全钾含量为 9.64 g/kg。

收稿日期:2019-07-22

基金项目:公益性行业(国土资源)科研专项(编号:201511003-3)。

作者简介:杨 鸿(1996—),女,云南丽江人,硕士研究生,主要从事土地资源利用与保护相关研究。E-mail:1243006704@qq.com。

通信作者:李成学,硕士,副教授,主要从事土地资源管理、肥料与植物营养等相关研究。E-mail:li_chx0309@ynau.edu.cn。

1.2 试验材料

供试作物:玉米品种为双玉 88。

供试肥料:尿素(N 含量为 46.4%),普钙(P_2O_5 含量为 14%),硫酸钾(K_2O 含量为 25%),猪粪(N 含量为 2.4%, P_2O_5 含量为 1.6%, K_2O 含量为 1.7%),生物有机肥(有效活菌数 ≥ 0.2 亿 CFU/g,有机质含量 $\geq 45\%$,腐植酸含量 $\geq 8\%$,总养分含量 $\geq 5\%$,含水量 $\leq 30\%$)。

1.3 试验设计

本试验共设立 5 个处理,分别为 CK(不施肥)、CK1[单施化肥(施尿素 52 kg/hm²,普钙 64 kg/hm²,硫酸钾 72 kg/hm²)]、处理 1[单施猪粪(施用量为 7 500 kg/hm²)]、处理 2[化肥与猪粪配施(施尿素 26 kg/hm²,普钙 32 kg/hm²,硫酸钾 36 kg/hm²,猪粪 3 750 kg/hm²)]、处理 3[施生物有机肥(施用量为 7 500 kg/hm²)]。每个处理设 3 次重复,共 15 个试验小区,小区间设埂以减小各小区间的相互影响。每个试验小区面积均为 16 m²(4 m×4 m),采用完全随机排列,并在试验区四周设立保护行。

于 2016 年 4 月中旬播种玉米,在播种前将肥料施入土壤深度为 0~20 cm 的耕作层,其他管理措施与大田作物制种玉米保持一致。于 2016 年 9 月底收获,在 6—9 月在试验小区内采集耕层土壤 1 kg,独立分袋包装并标号,在室内自然风干。

1.4 测定项目与方法

土壤全氮含量采用半微量凯氏定氮法测定,土壤全磷含量采用氢氧化钠熔融钼锑抗比色法测定,土壤全钾含量采用氢氧化钠熔融-火焰光度计法测定^[10]。

所有试验数据采用 SPSS 17.0 进行方差和显著性分析;运用 Excel 2007 进行数据统计和作图。

2 结果与分析

2.1 不同处理对土壤氮素含量变化的影响

氮素作为蛋白质的组成成分,对植株的生长发育起着决定性的作用^[11]。土壤的全氮含量可在一定程度上反映土壤的肥力。

从图 1 可知,6 月所有处理的全氮含量都较高,这是因为肥料刚施入土壤不久,作物尚未大量吸收土壤中的氮素。而在 7 月、8 月几乎所有处理土壤全氮含量均下降;这是由于在 7 月、8 月作物处于生长发育的高峰期,对土壤养分需求增大,同时可能由于土壤条件适合微生物的生长繁殖,随着微生物

数量的增加,微生物会与作物一起吸收利用土壤中的氮素,最终导致土壤氮素含量下降。在 9 月,除处理 1、处理 2 外的所有处理全氮含量均有所提升,可能由于有机质大量分解使氮素重新回到土壤中,从而使土壤中全氮含量有所增加。

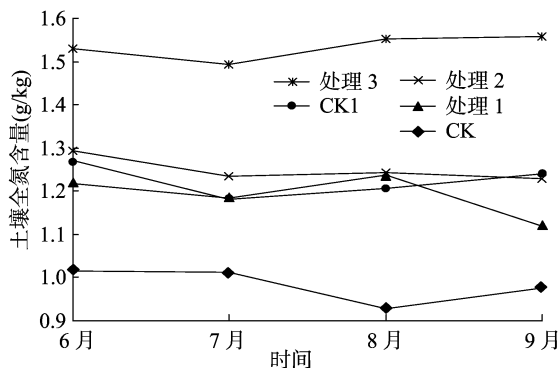


图1 不同处理下全氮含量变化

总体来看,与其他处理相比,处理 3 在整个植物营养期土壤全氮含量都最高,说明单施生物有机肥已经能为作物生长提供足够的氮素营养,且供肥能力持久而稳定。与 CK1 相比,处理 1 在 6 月、7 月土壤全氮含量较低,在 8 月处理 1 土壤全氮含量的上升趋势则较快,说明单施化肥供肥具有速效性,而单施猪粪供肥迟缓但较为持久。与 CK1 和处理 1 相比,处理 2 在整个植物营养期土壤全氮含量都较高,说明猪粪与化肥配施较两者单施更能在作物生长高峰期作为作物生长提供所需氮素,且后续养分也较为充足。

由表 1 可知,处理 3 土壤全氮含量最高。在 6 月,处理 3 土壤全氮含量较 CK、CK1、处理 1、处理 2 分别提高 51%、20%、25%、19%,在 7 月分别提高 48%、26%、25%、20%,在 8 月分别提高 67%、28%、25%、25%,在 9 月分别提高 60%、26%、31%、27%。表明生物有机肥提高了土壤中氮素的含量,为作物生长所需氮素提供了保障,并且可能由于生物有机肥中大量微生物的存在加快了有机质的分解,释放出了更多的氮素。与 CK 相比,处理 1、处理 2 的土壤全氮含量,在 6 月分别提高 21%、28%,在 7 月分别提高 18%、23%,在 8 月分别提高 33%、33%,在 9 月分别提高 21%、26%,大体表现为处理 2>处理 1>CK。处理 1、处理 2 与 CK1 无显著性差异。说明与单施猪粪相比,单施化肥供肥迅速,作物在生长初期就能吸收足够养分,而猪粪中含有大量有机质,有机质分解需要一定的时间,因此供肥相对缓慢但更为持久。化肥与猪粪配施则

在作物生长初期、高峰期、后期都更为作物提供一定的氮素。

表 1 不同处理对土壤全氮含量的影响

| 处理 | 土壤全氮含量(g/kg) | | | |
|------|--------------|--------|--------|--------|
| | 6 月 | 7 月 | 8 月 | 9 月 |
| CK | 1.01b | 1.01b | 0.93b | 0.98b |
| CK1 | 1.27ab | 1.18ab | 1.21ab | 1.24ab |
| 处理 1 | 1.22b | 1.19ab | 1.24ab | 1.19ab |
| 处理 2 | 1.29ab | 1.24ab | 1.24ab | 1.23ab |
| 处理 3 | 1.53a | 1.49a | 1.55a | 1.56a |

注:同列数据后不同字母表示差异显著($P < 0.05$)。

2.2 不同处理对土壤中磷素的影响

磷是植物必需的营养元素之一,在植物体中的含量仅次于氮和钾,一般在种子中含量较高。磷对植物营养有重要的作用,土壤中磷素含量也影响着植物体光合作用、呼吸作用、能量储存和传递、细胞分裂等其他过程,充足的磷素能促进早期根系的形成和生长,提高植物适应外界环境条件的能力^[12]。

由图 2 可知,所有处理的土壤全磷含量变化趋势与土壤全氮含量变化趋势大致相同。

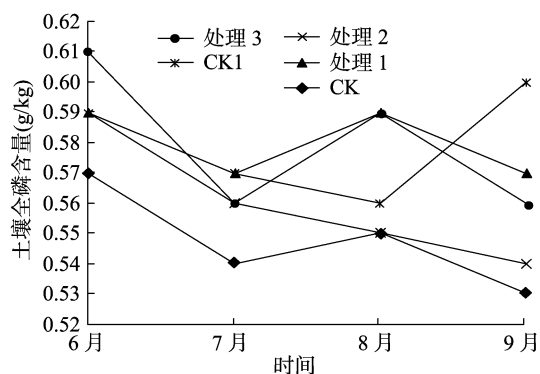


图 2 不同处理全磷含量变化

在 6 月,与 CK 相比,处理 1、处理 2、处理 3 土壤全磷含量分别提高 4%、4%、7%,表现为处理 3 > 处理 1 = 处理 2 > CK。与 CK1 相比,处理 3 土壤中全磷含量提高 3%,表现为处理 3 > CK1 = 处理 1 = 处理 2。说明生物有机肥在施肥后不久就能迅速影响土壤中磷素的交换与循环,使土壤中储备较多的磷素待作物使用。CK1、处理 1 和处理 2 土壤中全磷含量大致相同,可能是由于肥料刚施入土壤中分解率大致相同。

在 7 月,所有处理的土壤全磷含量均下降,这是作物生长发育吸收土壤中磷素所致,其下降幅度分别为 6%、4%、4%、5%、9%。与 CK 相比,处理 1、处理 2、处理 3 土壤中全磷含量分别提高 5%、4%、

4%,表现为处理 1 > 处理 2 = 处理 3 > CK。与 CK1 相比,处理 2、处理 3 土壤中全磷含量分别减少 2%、2%,表现为处理 1 = CK1 > 处理 2 = 处理 3。处理 3 土壤全磷含量迅速下降,说明作物对土壤中磷素的吸收效果较好,生物有机肥能够促进作物吸收利用土壤中的磷素。

在 8 月,CK、处理 1 和处理 3 中土壤全磷含量呈上升趋势,增幅分别为 2%、4%、5%,表现为处理 3 > 处理 1 > CK。CK1 和处理 2 中土壤全磷含量均下降 2%。与 CK 相比,处理 1、处理 3 土壤中全磷含量均提高 8%,表现为处理 1 = 处理 3 > 处理 2 = CK。与 CK1 相比,处理 1、处理 3 土壤中全磷含量均提高 5%,处理 2 下降 2%,表现为处理 1 = 处理 3 > CK1 > 处理 2。

在 9 月,与 8 月相比 CK1 土壤全磷含量呈上升趋势且含量最高,其他处理土壤全磷含量均下降,处理 1、处理 2、处理 3 土壤全磷含量分别比 CK1 减少 5%、10%、7%,表现为 CK1 > 处理 2 > 处理 3 > 处理 1。可能是由于单施化肥处理施入的普钙中,磷酸根和酸性土壤中的一些阳离子(如铁离子和铝离子)结合成难溶的磷酸盐,使得这部分磷素被土壤固定,难以被当季作物利用。与 CK 相比,处理 1、处理 2、处理 3 土壤中全磷含量分别提高 7%、2%、7%,表现为处理 1 = 处理 3 > 处理 2 > CK。

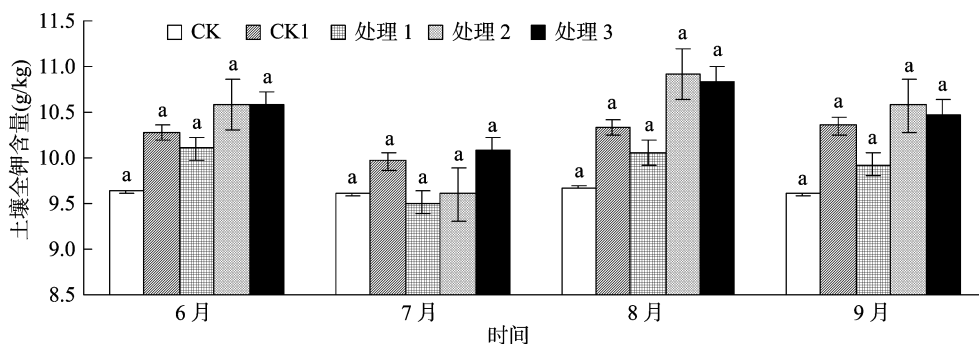
由处理 3 的总体变化趋势可以看出,施入生物有机肥不单只为作物直接提供一定量的磷素,可能还为土壤微生物的繁殖创造了有利条件,进而促进并改善了土壤养分平衡,同时在玉米生长后期土壤含磷量升高,说明生物有机肥不仅为作物提供了一定量磷素,而且可能促进了土壤中难溶性磷的转化。

2.3 不同处理对土壤中钾素的影响

钾是一种大量元素,对植物的生长、发育都起着至关重要的作用。钾能提高玉米的蛋白质、维生素 C 含量,也能明显提高作物的抗性,土壤中钾的含量可表征植物的健康情况^[13]。

由图 3 可知,所有处理的土壤全钾含量变化趋势及其原因与土壤全氮含量变化趋势大致相同。

在 6 月,所有处理土壤全钾含量均无显著性差异。与 CK 相比,处理 1、处理 2、处理 3 土壤中全钾含量分别提高 5%、10%、10%,表现为处理 2 = 处理 3 > 处理 1 > CK。与 CK1 相比,处理 1 土壤中全钾含量减少 2%,处理 2、处理 3 均提高 3%,表现为处理 2 = 处理 3 > CK1 > 处理 1。说明施肥后作物



柱上不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)

图3 不同处理下的土壤全钾含量变化

生长初期化肥与有机肥配施分解速率可能较快,使土壤中钾素含量高,为作物后续生长发育作准备。而施用生物有机肥在6月土壤中全钾含量也较高,说明生物有机肥能够有效提升土壤中钾素。

在7月,所有处理土壤全钾含量均无显著性差异,且与6月相比全钾含量均下降,这是由于作物生长发育吸收土壤中钾素所致,其下降幅度分别为0.3%、3%、6%、9%、5%。与CK相比,处理1土壤中全钾含量减少1%,处理3提高5%,表现为处理3 > 处理2 = CK > 处理1。与CK1相比,处理1、处理2土壤中全钾含量分别降低5%、4%,处理3提高1%,表现为处理3 > CK1 > 处理2 > 处理1。其中,处理3土壤全钾含量最高,分别比CK、CK1、处理1、处理2高5%、1%、6%、5%,说明生物有机肥在作物生长期能持续为土壤提供充沛的钾素,为作物生长发育提供了营养基础。

在8月,所有处理土壤中全钾含量均无显著性差异,与7月相比呈上升趋势。与CK相比,处理1、处理2、处理3土壤中全钾含量分别提高4%、13%、12%,表现为处理2 > 处理3 > 处理1 > CK。与CK1相比,处理1土壤中全钾含量减少4%,处理2、处理3分别提高2%、1%,表现为处理2 > 处理3 > CK1 > 处理1。

在9月,处理3土壤中全钾含量比CK提高9%,说明生物有机肥能够提升土壤中全钾含量,作物收获后不再吸收土壤中钾素,剩余钾素将会留在土壤中。与8月相比,CK、处理1、处理2、处理3土壤中全钾含量均呈下降趋势,其下降幅度分别为1%、1%、3%、3%。

由处理3的总体变化趋势可以看出,施入生物有机肥不单是为作物直接提供一定量的钾素,可能还为土壤微生物的繁殖创造了有利条件,进而促进了土壤中的养分平衡,同时在作物生长的后期

能创造一个土壤含钾量升高的趋势,说明生物有机肥供肥能力强且肥效持久。

综上所述,土壤养分含量表现为生物有机肥 > 化肥与有机肥配施 > 单施化肥 > 单施有机肥 > CK,这与刘斌等的研究结果^[14]一致,即施入生物有机肥,能有效提高土壤中的养分含量。罗兴录等研究表明,生物有机肥通过活化土壤养分从而改善土壤理化性状,增加土壤的养分含量^[15-16],本试验中通过对土壤全氮含量、全磷含量、全钾含量各时期的增幅分析,得出生物有机肥在提升养分方面效果凸显。

3 结论

生物有机肥能全面提升土壤中全氮含量、全磷含量、全钾含量,能充分发挥其肥效,改善了土壤中营养元素的交换与循环,使养分充盈,生物有机肥的施用将对新整治土地土壤性状的改良起到积极作用。

单施有机肥肥效缓慢而持久。由于有机肥分解速率较慢,在施肥后不久作物生长前期所提供养分不如单施化肥所提供的多,但单施有机肥在作物生长后期供肥能力比单施化肥强。

有机肥与化肥配施对土壤的肥力提升效果更好,可为土壤提供更多的氮、钾、磷,在前期能为土壤提供一定的养分,在后期有机肥与化肥配施对地力的提升效果比较稳定。

参考文献:

- [1] 徐秋桐,孔樟良,章明奎. 不同有机废弃物改良新复垦耕地的综合评价[J]. 应用生态学报,2016,27(2):567-576.
- [2] 师晨迪,韩霁昌,马增辉,等. 渭北台塬区荒草地整治后新增耕地土壤肥力调查研究——以陕西澄城为例[J]. 安徽农业科学,2015,43(18):115-118.
- [3] 刘秀茹,王晓雪,葛晓光. 有机肥与无机氮肥配合施用对菜田土壤培肥作用[J]. 土壤通报,1992,23(3):137-139.

顾兆俊,刘兴国,程果锋,等. 淡水池塘 4 种生态沟渠净化效果研究[J]. 江苏农业科学,2020,48(13):285-291.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.13.057

淡水池塘 4 种生态沟渠净化效果研究

顾兆俊,刘兴国,程果锋,朱 浩

(中国水产科学研究院渔业机械仪器研究所/农业农村部渔业装备与工程重点开放实验室,上海 200092)

摘要:针对淡水养殖池塘的养殖废水排放沟渠,通过运用 2 种生物操纵(水生植物和鲢鱼、鳙鱼)技术,以及生物浮床技术、生物填料技术等 4 种技术模式,以沟渠自净能力作为参照对比,研究出一种修复效果全面的池塘排水沟渠生态构建模式,为解决池塘排放水污染和调控池塘养殖水质提供技术支持。结果表明,(1)池塘排水沟渠具有一定的自净能力,在 35 d 内养殖废水中的总磷、总氮、氨氮、亚硝态氮、叶绿素 a 等的含量及 COD_{Cr} 的平均去除率分别为 2.73%、11.85%、17.98%、12.95%、4.52%、43.35%;(2)生物浮床技术对养殖废水的综合净化效果最理想,在 35 d 内对养殖废水中的总磷、总氮、氨氮、亚硝态氮、叶绿素 a 等的含量及 COD_{Cr} 的平均去除率分别为 26.91%、58.97%、75.92%、42.83%、32.73%、85.62%;(3)生物填料技术对养殖废水的综合净化效果较理想,在 35 d 内对养殖废水中的总磷、总氮、氨氮、亚硝态氮、叶绿素 a 等的含量及 COD_{Cr} 的平均去除率分别为 11.64%、14.89%、58.59%、75.66%、47.92%、67.36%;(4)水生植物操纵技术对养殖废水的综合净化效果一般,在 35 d 内对养殖废水中的总磷、总氮、氨氮、亚硝态氮、叶绿素 a 等的含量及 COD_{Cr} 的平均去除率分别为 35.81%、23.40%、66.61%、33.07%、34.18%、41.21%;(5)鲢鱼、鳙鱼生物操纵技术对养殖废水的综合净化效果相对较弱,在 35 d 内对养殖废水中的总磷、总氮、氨氮、亚硝态氮、叶绿素 a 等的含量及 COD_{Cr} 的平均去除率分别为 14.19%、23.71%、32.75%、43.15%、21.70%、68.72%。

关键词:养殖污染;生态沟渠;生物操纵;生物浮床;生物填料

中图分类号: X714 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2020)13-0285-07

我国是世界上最大的水产养殖国。淡水池塘养殖是我国水产养殖的主要方式,《中国渔业统计年鉴 2016》显示,2015 年我国淡水池塘养殖面积为

270.122 万 hm^2 ,占淡水养殖总面积的 43.94%,占全国水产养殖面积的 31.91%;池塘养殖产量为 2 195.69 万 t,占淡水养殖产量的 71.70%,占全国水产品总产量的 44.47%^[1]。池塘养殖已成为渔业发展中不可或缺的一种模式。但池塘养殖中存在的一些问题也越来越突出,尤其是水资源大量浪费与水域环境污染等问题。

收稿日期:2019-08-02

基金项目:现代农业产业技术体系建设专项(编号:CARS-45)。

作者简介:顾兆俊(1983—),男,上海人,硕士,助理研究员,研究方向为池塘生态工程。E-mail: guzhaojun@fmiri.ac.cn。

[4]温华良,梁普兴,冯伟明,等. 有机地块中肥料对小黄瓜生物特性及土壤性状的影响[J]. 中国园艺文摘,2016,32(2):1-3,8.

[5]赵红,吕昭忠,杨希,等. 不同配方方案对黑土有机碳含量及碳库管理指数的影响[J]. 中国农业科学,2009,42(9):3164-3169.

[6]罗原骏,蒲玉琳,龙高飞,等. 施肥方式对土壤活性有机碳及碳库管理指数的影响[J]. 浙江农业学报,2018,30(8):1389-1397.

[7]罗东万. 施用生物有机肥对土壤改良及玉米产量的影响[J]. 农业与技术,2016,36(18):17.

[8]刘艳,李波,孙文涛,等. 生物有机肥对盐碱地春玉米生理特性及产量的影响[J]. 作物杂志,2017(2):98-103.

[9]Zhang H, Zhang C. Effect of apple special bio-organic fertilizer on soil physicochemical properties and yield and quality of fruit of non-irrigated apple orchard[C]//国际园艺学会,中国园艺学会,中国工程院. 第一届世界苹果大会摘要集. 北京:中国园艺学会,2016.

[10]鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 3 版. 北京:中国农业出版社,2000.

[11]左丽峰. 菌剂与不同肥料配施对土壤肥力及玉米生长发育影响的研究[D]. 晋中:山西农业大学,2005.

[12]周卫军,王凯荣. 不同农业施肥制度对红壤稻田土壤磷肥力的影响[J]. 热带亚热带土壤科学,1997,6(4):231-234.

[13]高晓玲. 有机-矿物缓释材料对土壤速效钾及玉米吸收钾的影响[J]. 安徽农学通报,2007,13(18):51-52.

[14]刘斌,黄玉溢,陈桂芬. 生物有机肥对甜玉米产量及土壤肥力的影响[J]. 广西农业科学,2008,39(4):500-503.

[15]罗兴录,岑忠用,谢和霞,等. 生物有机肥对土壤理化、生物性状和木薯生长的影响[J]. 西北农业学报,2008,17(1):167-173.

[16]王立刚,李维炯,邱建军,等. 生物有机肥对作物生长、土壤肥力及产量的效应研究[J]. 土壤肥料,2004(5):12-16.