

不同磷源在砖红壤上芥蓝营养生长期的应用研究

韩孟红¹, 涂攀峰^{2*}, 程凤娟², 徐强辉¹, 杨锦标¹, 林阿典¹

(1. 广州市农业机械化技术推广站, 广东广州 510405; 2. 东莞一翔液体肥料有限公司, 广东东莞 523000)

摘要 [目的]探讨不同磷源在砖红壤上对芥蓝生长发育及养分积累的影响。[方法]通过盆栽试验,研究枸溶性磷源和水溶性磷源对芥蓝生长、养分积累及砖红壤土壤理化性状变化的影响。[结果]施用水溶性磷源液体肥料处理对芥蓝的株高、菜薹横径、生物量以及氮磷钾养分积累量等都有显著的促进作用。[结论]施用水溶性磷源液体肥料有利于促进芥蓝体内的氮、磷、钾养分积累,显著提高土壤中有效磷的含量,改善土壤的供肥能力。

关键词 磷;砖红壤;芥蓝;液体肥料;养分积累

中图分类号 S143.2 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2017)29-0095-04

Research of Different Sources of Phosphorus on Chinese kale (*Brassica alboglabra* L. H. Bailey) Vegetative Growth Phase in Acid Red Soil

HAN Meng-hong¹, TU Pan-feng^{2*}, CHENG Feng-xian² et al (1. Guangzhou Agricultural Mechanization Technology Promotion Station, Guangzhou, Guangdong 510405; 2. Dongguan Yixiang Liquid Fertilizer Co., Ltd., Dongguan, Guangdong 523000)

Abstract [Objective] Effects of different phosphorus sources application on growth and nutrient accumulation of *Brassica alboglabra* L. H. Bailey was explored. [Method] A pot experiment was conducted to investigate effects of different phosphorus sources (citrate-soluble phosphate fertilizer and water-soluble phosphate fertilizer) application on vegetative growth phase in acid red soil on Chinese kale growth, nutrient accumulation and soil physical and chemical properties. [Result] Application of water-soluble phosphate liquid fertilizer had positive effects on the Chinese kale height, bolting stem diameter, biomass and nutrient accumulation of N, P and K. [Conclusion] Application of water-soluble phosphate liquid fertilizer was advantageous to increase Chinese kale N, P, K accumulation. Meanwhile, it could significantly increase the content of available P in soil and improve the ability of soil supplying nutrient.

Key words Phosphorus; Acid red soil; Chinese kale; Liquid fertilizer; Nutrient accumulation

我国的酸性土壤主要包括红壤、砖红壤等,红壤主要分布于我国南部广阔的低山丘陵区,占全国土地面积的22%^[1-2]。其中,砖红壤主要存在于海南岛以及广东的雷州半岛。酸性红壤中,有效磷含量低、铝离子活性高一直是限制作物生长的重要因素^[3-4]。酸性红壤对施入的磷固定强烈,磷肥利用率低^[5-7]。尤其是雷州半岛砖红壤,磷肥的投入量越来越多,但作物的产量难以增长,无疑增加农民的生产成本。为提高磷肥的有效性,针对砖红壤固磷的特点,以少量多次的施肥方式,试图通过施用水溶性磷源来减少磷素的吸附固定,提高其肥料利用率,旨在促进砖红壤施磷有效性问题的研究和提高砖红壤的生产力。

芥蓝(*Brassica alboglabra* L. H. Bailey)是十字花科芸苔属蔬菜,是我国华南地区主要秋冬特产蔬菜,以肥嫩的菜薹和嫩叶供食,质脆嫩,富含营养成分,别具风味,深受广大消费者喜爱。近年发现其具有较好的抗癌保健功能(主要保健成分是硫代葡萄糖苷)^[8]。陈日远等^[9-10]已报道氮素营养水平对芥蓝产量和品质的影响,也报道了缺磷对芥蓝产量和品质的影响,但芥蓝对不同磷素形态配比的影响尚未见报道。研究施用不同磷源条件下砖红壤上芥蓝的生长及养分积累状况,旨在探明磷源在砖红壤上的应用效果,找出砖红壤上适宜芥蓝生长的磷源,以期为芥蓝的高效、优质生产提供理论依据,同时为我国砖红壤资源利用提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况 试验于2016年10月至2017年1月在广东省广州市华南农业大学资源环境学院植物营养系温室(113.21°E, 23.09°N)进行。供试土壤取自湛江雷州半岛,使用前风干过5 mm筛。该土壤为砖红壤,其基本理化性状如下:pH为5.56,电导率为0.61 mS/cm,有机质为12.8 g/kg,碱解氮为72.3 mg/kg,速效磷为0.793 mg/kg,速效钾为110.0 mg/kg。

1.2 试验材料 供试作物为芥蓝,品种为秋盛芥蓝。装土容器为塑料盆(上、下底内径和高分别为10、8、10 cm),每盆装土2.0 kg。供试肥料:枸溶性磷源液体肥料①(26.5-11.5-12+0.3TE+0有机质)、枸溶性磷源液体肥料②(26.5-11.5-12+0.3TE+5有机质)、枸溶性磷源液体肥料③(26.5-11.5-12+0.3TE+10有机质)、水溶性磷源液体肥料①(26.5-11.5-12+0.3TE+5有机质)、水溶性磷源液体肥料②(26.5-11.5-12+0.3TE+10有机质),以上液体肥料均由华南农业大学资源环境作物营养与施肥研究室研制。其中,枸溶性磷源所用的原料为硝酸磷肥(山西天脊煤化工集团有限公司生产),以磷酸二钙为主;水溶性磷源以磷酸一铵为主。

1.3 试验设计 试验根据磷源设置6个处理,处理P₀:不施磷肥;处理P₁:施用枸溶性磷源液体肥料①;处理P₂:施用枸溶性磷源液体肥料②;处理P₃:施用枸溶性磷源液体肥料③;处理P₄:施用水溶性磷源液体肥料①;处理P₅:施用水溶性磷源液体肥料②;处理P₁~P₃氮、磷、钾施用量相同,磷源为枸溶性磷肥,以磷酸二钙为主,同时设置了不同的有机质浓度梯度;处理P₄和处理P₅氮、磷、钾施用量相同,磷源为水溶

基金项目 “十二五”农村领域国家科技计划项目;渤海粮仓科技示范工程(2013BAD05B04)。

作者简介 韩孟红(1982—),女,山东济南人,助理农艺师,硕士,从事农机农艺融合应用推广工作。*通讯作者,高级农艺师,硕士,从事植物营养与灌溉施肥研究。

收稿日期 2017-09-06

性磷肥,同时设置了不同的有机质浓度梯度,每处理3次重复(表1)。

1.4 试验实施过程 芥蓝于2016年10月27日播种,11月

27日移苗定植,每盆定植1株,2017年1月6日收获。施肥时间从移苗后的第5天开始,每7d施肥1次,共5次,每次肥料用量为0.2g/盆。施肥方式为淋施。

表1 试验处理

处理 Treatment		肥料类型 Fertilizer type					有机质 Organic matter	
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	TE	%		
P ₀	不施磷肥	0	0	0	0	0		
P ₁	枸溶性磷源液体肥料①	26.5	11.5	12	0.3	0		
P ₂	枸溶性磷源液体肥料②	26.5	11.5	12	0.3	5		
P ₃	枸溶性磷源液体肥料③	26.5	11.5	12	0.3	10		
P ₄	水溶性磷源液体肥料①	26.5	11.5	12	0.3	5		
P ₅	水溶性磷源液体肥料②	26.5	11.5	12	0.3	10		

1.5 测定项目与方法

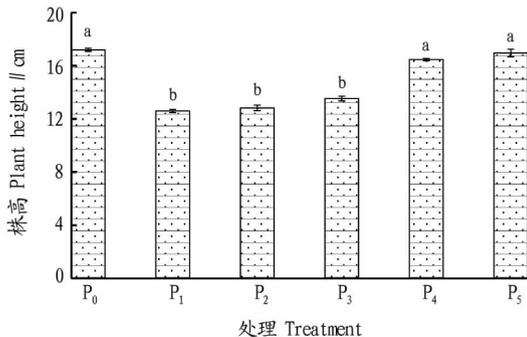
1.5.1 土壤理化性状的测定。pH、EC值的测定:电位法;土壤有机质的测定:重铬酸钾容量法;土壤碱解氮的测定:碱解扩散法;土壤速效磷的测定:钼锑抗比色法;土壤速效钾的测定:火焰光度法。

1.5.2 植株生长及养分指标的测定。株高:地表至植株生长点,测量3次取均值;茎粗:用游标卡尺测量;芥蓝植株生物量:样品收获后,将茎叶和根系剪断分开,在105℃下杀青30min后,70~80℃烘干至恒重并称重;H₂SO₄-H₂O₂联合消煮后,采用半微量凯氏定氮法测定全氮含量;钼锑抗比色法测定全磷含量;火焰光度法测定全钾含量^[11]。

1.6 数据处理 试验所有数据均用Microsoft Excel 2003 (Microsoft Company)进行平均数和标准差计算,并且利用SAS9.0统计软件进行差异显著性检验。

2 结果与分析

2.1 不同磷源处理对芥蓝生长的影响 由图1可知,P₄和P₅处理芥蓝的株高显著高于P₁~P₃。P₀与P₄、P₅处理的株高没有显著差异。株高是生物量的指标之一,但必须结合其生物量才能综合判定其长势。试验结果表明,在砖红壤上施用不同磷源对芥蓝株高产生一定的影响,施用水溶性磷源液体肥料处理的效果显著优于施用枸溶性磷源液体肥料处理。



注:不同字母表示在0.05水平差异显著

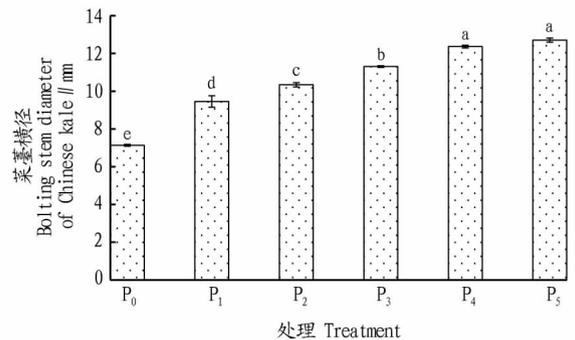
Note: Different lowercase letters stand for significant difference at 0.05 level

图1 不同磷源处理对芥蓝株高的影响

Fig. 1 Effects of different sources of phosphate fertilizer on plant height of Chinese kale

芥蓝是以菜薹为食用器官,因此芥蓝菜薹横径是判定其产量的重要指标之一。施用不同磷源处理对芥蓝菜薹横径

的影响如图2所示,施用液体肥料处理(P₄、P₅)的菜薹横径显著优于施用枸溶性磷源液体肥料处理(P₁~P₃)和不施磷肥处理(P₀)。说明施用水溶性磷源为主的液体肥料处理(P₄、P₅)对芥蓝的菜薹横径有显著的促进作用。在施用枸溶性磷源处理中,施用相同氮、磷、钾养分含量的情况下,施用P₃处理的菜薹横径显著大于P₁、P₂处理。P₃菜薹横径分别比P₁、P₂处理宽20.0%、9.0%。说明有机质有助于提高菜薹横径。结果表明,水溶性磷源液体肥料的肥料利用率显著高于枸溶性磷源肥料的利用率。



注:不同字母表示在0.05水平差异显著

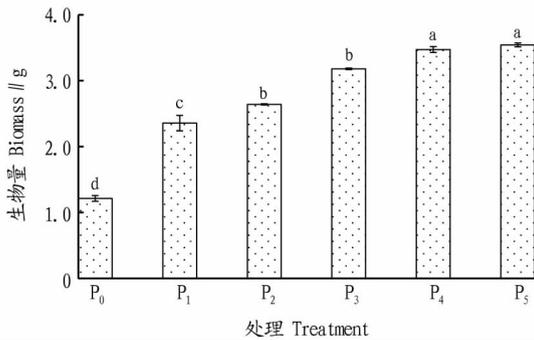
Note: Different lowercase letters stand for significant difference at 0.05 level

图2 不同磷源处理对芥蓝菜薹横径的影响

Fig. 2 Effects of different sources of phosphate fertilizer on bolting stem diameter of Chinese kale

从图3可以看出,施用磷肥处理的生物量均显著高于不施磷处理(P₀)。水溶性磷源液体肥料处理(P₄、P₅)的生物量显著高于P₁、P₂、P₃处理。其中,P₄、P₅生物量分别比P₁处理高47.4%、50.0%。施用不同磷源处理中,芥蓝整株生物量表现为施用水溶性磷源液体肥料处理最高,其次是枸溶性磷源液体肥料③、枸溶性磷源液体肥料②,最后是枸溶性磷源液体肥料①处理。在枸溶性磷源处理中,添加有机质的枸溶性磷源液体肥料③的生物量比不添加有机质的枸溶性磷源液体肥料①提高35%,在水溶性磷源处理中,添加有机质的水溶性磷源液体肥料②的生物量比水溶性磷源液体肥料①提高2%。因此,添加高含量有机质能够增加芥蓝生物量,促进芥蓝植株营养生长。水溶性磷源液体肥料能显著促进芥蓝植株的营养生长。

2.2 不同磷源处理对芥蓝养分积累量的影响 由表2可以



注:不同字母表示在 0.05 水平差异显著

Note: Different lowercase letters stand for significant difference at 0.05 level

图 3 不同磷源处理对芥蓝整株生物量的影响

Fig. 3 Effects of different sources of phosphate fertilizer on the biomass of Chinese kale

看出,施用液体肥料处理对芥蓝植株氮、磷、钾养分积累的影响与芥蓝株高、茎粗、生物量的趋势一致。与不施磷处理相比,砖红壤中施用磷营养可显著增加芥蓝氮、磷、钾养分积累量,而施用不同磷源对芥蓝氮、磷、钾养分积累量的促进作用有所差异。施用水溶性磷源液体肥料处理 P_4 、 P_5 芥蓝的氮养分积累量显著高于枸溶性磷源处理和不施磷肥处理。施用水溶性磷源液体肥料处理 P_5 芥蓝的磷养分积累量显著高于枸溶性磷源液体肥料处理。其中, P_5 磷养分积累量分别比 P_1 、 P_3 处理高 95.8%、46.6%。 P_5 处理芥蓝的钾养分积累量显著高于 P_1 、 P_2 、 P_3 处理,其中, P_5 钾养分积累量分别比 P_1 、 P_3 处理高 73.6%、7.3%。而 P_2 、 P_3 钾养分积累量显著高于 P_1 ,分别比 P_1 高 29.0%、61.8%。试验说明,添加高含量有机质能够增加芥蓝对钾的养分吸收量,提高芥蓝对氮、磷、钾的吸收效率。在该试验所选用的磷源中,无论是以水溶性磷源为主的液体肥料,还是以枸溶性磷源为主的液体肥料,添加有机质对芥蓝养分积累均起促进作用。结果表明,水溶性磷源液体肥料的肥料利用率显著高于枸溶性磷源的利用率。

表 2 不同磷源处理对芥蓝养分积累量的影响

Table 2 Effects of different sources of phosphate fertilizer on absorption of N, P, K of Chinese kale mg/盆

处理 Treatment	N	P	K
P_0	50.00 ± 2.66 d	1.77 ± 0.04 f	37.46 ± 1.47 e
P_1	167.63 ± 9.99 c	7.30 ± 0.32 e	82.87 ± 4.13 d
P_2	197.71 ± 2.88 b	8.27 ± 0.11 d	106.91 ± 1.26 c
P_3	198.43 ± 1.61 b	9.75 ± 0.08 c	134.10 ± 1.59 b
P_4	234.04 ± 1.12 a	13.32 ± 0.29 b	140.07 ± 1.67 ab
P_5	218.53 ± 8.76 a	14.29 ± 0.3 a	143.88 ± 2.91 a

注:表中数据为 3 次重复的平均值 ± 标准误,同一列数据后具有相同字母的表示差异不显著(DMRT 法, $P=0.05$)

Note: Data was mean ± SE of three repetition, same lowercase letters at the same column stand for indistinctly differences (DMRT method, $P=0.05$)

2.3 不同磷源对砖红壤土壤性质的影响 将芥蓝盆栽试验结束后的土壤晾干,取样分析各盆中土壤养分情况(表 3)。芥蓝盆栽试验后砖红壤养分状况因施用不同磷源处理而表现出一定的差异。由表 3 可知,施用水溶性磷源液体肥料处理不会降低砖红壤的酸碱度,电导率低,增加土壤有效磷含

量,有利于芥蓝的生长。施用枸溶性磷源液体肥料处理($P_1 \sim P_3$)土壤 pH 均显著低于不施磷肥处理(P_0),其中, P_1 处理的 pH 降低效果最明显,降低了 0.46。土壤电导率的高低,在一定程度上反映出土壤盐基离子含量的丰缺^[12],进而对肥料的有效性产生一定影响^[13],土壤电导率不是越高越好。土壤电导率高,表明土壤中所含离子浓度越高,当高于一定限度时可能会伤害作物,导致烧苗。施用水溶性磷源液体肥料处理的土壤电导率显著低于 P_1 处理。 P_1 处理的土壤电导率最高,不利于作物生长。水溶性磷源液体肥料处理的土壤有效磷含量显著高于其他 4 个处理。施用液体肥料(P_4 、 P_5)处理无论在土壤电导率和有效磷上,都表现最为显著。结果表明,选择施用合适的磷源有利于防止砖红壤土壤酸化,提高土壤有效养分,养分利用率高,提高土壤的供肥能力,适宜作物的生长发育。其中,水溶性磷源液体肥料②对土壤改良的效果最为明显。

表 3 芥蓝盆栽试验后砖红壤土壤理化性质变化

Table 3 Changes of soil physical and chemical properties on acid red soil after pot experiment in Chinese kale

处理 Treatment	pH	EC // mS/cm	有效磷 Available P // mg/kg
P_0	6.11 ± 0.01 a	0.45 ± 0.04 d	0.70 ± 0.04 e
P_1	5.65 ± 0.06 b	7.23 ± 0.18 a	21.30 ± 0.87 c
P_2	5.67 ± 0.09 b	4.50 ± 0.54 b	6.04 ± 0.10 d
P_3	5.81 ± 0.10 b	4.85 ± 0.31 b	6.40 ± 0.45 d
P_4	6.01 ± 0.02 a	3.52 ± 0.32 c	29.16 ± 0.16 b
P_5	6.11 ± 0.02 a	3.00 ± 0.12 c	35.42 ± 1.95 a

注:表中数据为 3 次重复的平均值 ± 标准误,同一列数据后具有相同字母的表示差异不显著(DMRT 法, $P=0.05$)

Note: Data was mean ± SE of three repetition, same lowercase letters at the same column stand for indistinctly differences (DMRT method, $P=0.05$)

3 结论与讨论

磷素是制约蔬菜生长的重要因素,缺磷时植物生长受阻,大大降低其产量和品质。芥蓝喜肥,在生长发育过程中对肥料的要求较高,磷肥作为芥蓝养分供应中必不可少的肥料之一,其施肥对芥蓝的产量和品质形成有较大的影响^[10]。由于砖红壤为酸性土壤,虽然在生产上,农民大量施用磷肥以追求作物高产,但是磷肥大部分被土壤中的铝离子、铁离子、锰离子等所固定,而不能被植物吸收利用^[14],造成植株缺磷,作物的产量和品质均受到严重的影响。

在砖红壤上种植芥蓝,合理选择磷源不仅能促进芥蓝的生长发育和植株体内氮、磷、钾养分的积累,还能提高土壤中速效磷的含量,改善土壤养分的供给能力,提升作物的肥料利用效率。该试验条件下,以水溶性磷肥作为磷源在砖红壤中的应用效果最佳,其次是枸溶性磷源液体肥料③、枸溶性磷源液体肥料②,而枸溶性磷源液体肥料①的作用效果相对差一些。因为枸溶性磷源液体肥料所用的磷源中的枸溶性磷酸二钙,属缓效性磷,能被土壤和植物根系分泌的有机酸溶解,而逐渐被作物吸收利用,其肥料利用率没有液体肥料高。

国外有研究表明,施用有机肥料和无机磷肥能够减少土壤缺磷的风险^[15]。试验所选用的磷源中,无论是以水溶性磷源为主的液体肥料,还是以枸溶性磷源为主的液体肥料,

添加有机质对芥蓝植株生物量和其养分积累均起促进作用。李秀春等^[16]研究表明,施用磷肥有利于提高芥蓝的地上部鲜重、可溶性蛋白含量,提高产量和品质。邓兰生等^[17-18]研究表明,施用液体肥能显著提高马铃薯块茎、玉米产量,提高马铃薯块茎和玉米中氮、磷、钾的累积量。邓兰生等^[19]还深入研究滴灌下不同供磷方式对马铃薯生长的影响。该研究选用水溶性磷源和枸橼溶性磷源在砖红壤上的应用效果进一步扩展了前人的研究结果,液体肥料作为水溶性磷源在砖红壤上不但促进作物生长发育,增加产量,提高养分利用率高,而且还提高土壤的供肥能力。

参考文献

- [1] 全国土壤普查办公室. 中国土壤[M]. 北京:中国农业出版社,1998:201.
- [2] 赵其国,吴志东,张桃林. 我国东南红壤丘陵地区农业持续发展和生态环境建设 I. 优势、潜力和问题[J]. 土壤,1998(3):113-120.
- [3] FOY C D,DUKE J A,DEVINE T E. Tolerance of soybean germplasm to an acid Tatum subsoil[J]. Journal of plant nutrition,1992,15(5):527-547.
- [4] YAN X L,BEEBE S E,LYNCH J P. Phosphorus efficiency in common bean genotypes in contrasting soil types. II. Yield response[J]. Crop science,1995,35:1094-1099.
- [5] 鲁如坤. 土壤-植物营养学原理和施肥[M]. 北京:化学工业出版社,1995:152-203.
- [6] 席承藩. 土壤分类学[M]. 北京:中国农业出版社,1994:238-245.
- [7] HOLFORD L. Phosphate behaviour in soils[J]. Agric Sci,1989,2(5):15-21.

(上接第85页)

3 讨论

3.1 蝇蛹粉对蛋鸡产蛋性能的影响 该试验结果表明,试验组产蛋率、蛋重和总产蛋数均高于对照组,而试验组日采食量和料蛋比均低于对照组。该试验结果表明,试验组蛋鸡采食正常,试验组日粮适口性良好,蝇蛹粉完全可以代替鱼粉作为蛋鸡饲料中的蛋白质原料,满足蛋鸡正常的生长及生产需要。张建斌等^[7]研究发现,蛋鸡饲料中添加蝇蛹粉代替鱼粉后,试验组产蛋率、日产蛋量、日采食量、料蛋比与对照组相比均差异不显著,与该试验结果不同,这可能是由于试验鸡的品种、饲料能量水平、试验环境不同造成的。

蛋形指数、蛋黄相对比重、蛋壳相对比重是与鸡蛋蛋品质相关联的3个指标。蛋形指数是鸡蛋纵径与横径的比值。研究表明,禽蛋愈轻,蛋形指数愈小,试验组鸡蛋蛋形指数高于对照组,这与试验组平均蛋重高于对照组的规律相符。试验组蛋壳相对比重较高,说明试验组鸡蛋蛋壳较厚,这有利于鸡蛋的保存,降低鸡蛋的破损率。

3.2 蝇蛹粉对蛋鸡免疫力的影响 曹小红等^[8]研究发现,从家蝇蛹体内分离的一种凝集素会促进小鼠体内混合淋巴细胞增殖,具有免疫调节功能。张婷^[9]研究表明,饲喂蝇蛹粉可以提高黄羽肉鸡乳酸菌和双歧杆菌的数量,减少有害菌数量,调节肠道菌群。郝贵增等^[1]报道蝇蛹粉对蛋鸡免疫力有着显著提高,蛋鸡体内免疫球蛋白的水平和淋巴细胞数量有不同程度上升。该试验结果表明,饲喂添加蝇蛹粉饲料的蛋鸡体内 IgA、IgE、IgG 3种免疫球蛋白浓度均高于对照组,与以上研究结果相一致。这说明蝇蛹粉对提高蛋鸡免疫力

- [8] VERKERK R,SCHREINER M,KRUMBEIN A, et al. Glucosinolates in Brassica vegetables;The influence of the food supply chain on intake,bio-availability and human health[J]. Molecular nutrition & food research,2009,53(S2):219-265.
- [9] 陈日远,刘厚诚,宋传珍,等. 氮素营养对芥蓝生长和品质的影响[J]. 农业工程学报,2005,21(S2):143-146.
- [10] 陈日远,黄丹枫,李秀春,等. 缺磷对芥蓝菜薹生长、品质及花色苷形成的影响[C]//2008园艺学进展(第八辑):中国园艺学会第八届青年学术讨论会暨现代园艺论坛论文集. 上海:上海交通大学出版社,2008.
- [11] 鲍士旦. 土壤化学分析[M]. 北京:中国农业出版社,2000:54-55.
- [12] 梁飞,田长彦,尹传华,等. 盐角草改良新疆盐渍化棉田效果初报[J]. 中国棉花,2011,38(10):30-32.
- [13] 梁飞,田长彦. 土壤盐渍化对尿素与磷酸脲氮挥发的影响[J]. 生态学报,2011,31(14):3999-4006.
- [14] 卢仁骏,严小龙,黄志武,等. 广东省砖红壤旱地土壤养分状况的网室调查[J]. 华南农业大学学报,1992,13(2):74-80.
- [15] KIRKBEY E A,JOHNSTON E. Soil and fertilizer phosphorus in relation to crop nutrition[J]. The ecophysiology of plant-phosphorus interactions plant ecophysiology,2008,7:177-223.
- [16] 李秀春,陈日远,刘厚诚,等. 磷素营养对不同品种芥蓝生长和品质的影响[C]//2008园艺学进展(第八辑):中国园艺学会第八届青年学术讨论会暨现代园艺论坛论文集. 上海:上海交通大学出版社,2008.
- [17] 邓兰生,齐庆振,涂攀峰,等. 液体肥在马铃薯生产上的应用效果研究[J]. 广东农业科学,2011,38(17):49-51.
- [18] 邓兰生,涂攀峰,叶倩倩,等. 滴施液体肥对甜玉米生长、产量及品质的影响[J]. 玉米科学,2012,20(1):119-122,127.
- [19] 邓兰生,涂攀峰,龚林,等. 滴灌下不同供磷方式对马铃薯生长的影响[J]. 灌溉排水学报,2011,30(1):94-96.

具有一定的促进作用。

3.3 蝇蛹粉对蛋鸡生产经济效益的影响 该试验中的蝇蛹粉由云南昆明生物科技有限公司提供,其报价为9 000元/t,而中国饲料行业信息网上进口鱼粉的最新报价为10 600~11 000元/t,国产鱼粉报价为9 300~9 500元/t。蝇蛹粉代替鱼粉作为蛋白质原料,蛋鸡的生产成绩良好。这说明蛋鸡饲料中添加喂蝇蛹粉可以降低饲料成本,获得较好的经济效益。

4 结论

蛋鸡日粮中添加蝇蛹粉等量替代鱼粉能够明显提高蛋鸡的生产性能及免疫力;利用蝇蛹粉代替鱼粉作为蛋鸡饲料中的蛋白质原料可以降低蛋鸡的饲料成本,取得较好的经济效益,适宜推广利用。

参考文献

- [1] 郝贵增,付亮,李敬奎. 蝇蛹粉对蛋鸡免疫力和生产性能的影响[J]. 中国农学通报,2012,28(8):38-41.
- [2] 任静雷,吴银宝,林金荣. 蝇蛹粉对矮脚黄鸡生长性能和屠宰性能的影响[J]. 中国家禽,2011,33(1):8-11.
- [3] 白钢,张翼翔. 蝇蛹营养成分的测定与评价[J]. 包头医学院学报,2010,26(1):10-11.
- [4] 常斌,韩日晔. 家蝇的养殖及其生理生化研究进展[J]. 环境昆虫学报,2007,29(1):33-39.
- [5] 许兰菊,崔淑贞,蒋媛媛,等. 家蝇幼虫血淋巴对鸡免疫功能的影响[J]. 河南农业大学学报,2004,38(3):303-306.
- [6] 陈艳,吴建伟,李金富,等. 家蝇幼虫营养成分价值的研究[J]. 中国血吸虫病防治杂志,2004,16(4):291-294.
- [7] 张建斌,郭敏增. 蝇蛹粉对蛋鸡生产性能和蛋品质的影响[J]. 天津农学院学报,2010,17(2):11-13.
- [8] 曹小红,许程剑,曾斌,等. 家蝇蛹凝集素的免疫调节作用[J]. 天然产物研究与开发,2010,22(1):20-27.
- [9] 张婷. 不同家蝇幼虫制品对黄羽肉仔鸡生长性能及免疫指标的影响[D]. 大庆:黑龙江八一农垦大学,2010.