

不同形式的高铜对不同生长阶段 猪生产性能的影响

周作红¹, 刘小兰², 温小杨³

(1.江西农业大学 动物科技学院, 江西 南昌 330045; 2.江西省畜牧技术推广站, 江西 南昌 330044; 3. 江西省新余市南安乡人民政府,江西 新余 338008)

摘要: 选用 50 头“杜长大”断奶猪, 分成 5 组 (每组 2 个重复), 分别按每 kg 基础日粮添加 50 mg 硫酸铜 (I 组)、150 mg 硫酸铜 (II 组)、250 mg 硫酸铜 (III 组)、150 mg 蛋氨酸铜 (IV 组)、250 mg 蛋氨酸铜 (V 组), 分两阶段进行饲养试验。第一阶段从正试期到第 11 周, 每 4 周称量 1 次。第二阶段从第 12 周开始, 将第 II—V 组每组各自重新分出一组, 组成加 II 组、加 III 组、加 IV 组、加 V 组, 每组各 4 头猪, 喂给与第 I 组相同的日粮, 原第 II—V 组继续喂给与第一阶段相同日粮。直至猪出栏。试验结果表明: 每 kg 日粮添加 50~150 mg 蛋氨酸铜以及添加 250 mg 硫酸铜对猪的生长均有促进作用, 但添加蛋氨酸铜的作用要优于硫酸铜。此外, 对于蛋氨酸铜和硫酸铜的添加剂量及其组合方式取决于猪的不同生长阶段。

关键词: 猪; 铜; 生产性能

中图分类号: S828.61 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-2286(2012)03-0537-04

Effects of Different Forms of High Copper on the Growth Performance of Pig at Different Growth Stages

ZHOU Zuo-hong¹, LIU Xiao-lan², WEN Xiao-yang³

(1.College of Animal Science and Technology, Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, China; 2.Jiangxi Animal Husbandry Technology Extending Station,Nanchang 330044,China;3.Nanan Township Government of Xinyu City,Jiangxi Province, Xinyu 338008,China)

Abstract: Fifty weanling pigs (Duroc×landrace×Yorkshire) were randomly assigned into five groups, 10 for each, and different forms and levels of copper were added to their diet, 50 mg CuSO₄ (Group I) and 150 mg (Group II), 250 mg (Group III) and 150 mg Cu-Met (Group IV) and 250 mg (Group V). This experiment was carried out in two phases. The first phase was from the beginning to the eleventh week, and bodies were weighed every four weeks. The second phase was from the twelfth week to the day when ready for sale. In this phase, the pigs of group II, III, IV, V were respectively divided into two groups at random (II, + II; III, + III; IV, + IV; V, + V). The pigs of group II—V were fed with the same diet as before, those of the other groups were fed with the diet for group I. The results indicated that, both 250 mg/kg CuSO₄ and 50-150 mg/kg Cu-Met in diet could improve pig's growth performance, but Cu-Met was superior to CuSO₄. The dosage and form of supplementation of copper depended on the growth stages of pig.

Keywords: pig; copper; performance

1955 年 Bowler^[1]首次发现, 在饲料中添加猪正常需求量 10 倍的铜可以明显提高其生产性能。此后, 大量研究表明高剂量铜是一种简便、有效的猪用促生长剂。在猪饲料中添加 125~250 mg/kg 的铜, 能显著提高猪的生产性能和饲料利用率。Barker^[2]发现高铜在提高猪的生长速度的同时, 还可以影响其胴

收稿日期: 2011-12-20 修回日期: 2012-02-28

基金项目: 江西省自然科学基金项目 (2010GQN0052)

作者简介: 周作红(1962—), 女, 教授, 主要从事基础兽医研究, E-mail: Zuohongzh@163.com。

体品质, 可使生长肥育猪背膘变薄, 眼肌重量和横截面积增加, 瘦肉率提高。许梓荣^[3]的试验结果表明, 在生长肥育猪的饲料中添加 240 mg/kg 硫酸铜, 能显著提高猪的生长速度, 且发现短期添加效果要优于长期添加。高铜对猪的促生长作用与其采食量的增加有密切关系。Pau 等^[4]推测高铜是通过刺激猪下丘脑中神经肽 Y 激素的分泌, 进而促进猪采食量的增加。

高铜饲料的大量使用, 在促进动物生长的同时, 也带来了一系列诸如环境、肉质等方面的负面影响。饲喂高铜日粮的猪每日由粪便排出的铜, 造成资源浪费环境污染(武书庚等)^[5]。钱莘莘等^[6]研究表明, 添加高铜的猪, 肌肉铜含量变化不显著, 肝铜随添加量的增加而增加。王建明等^[7]研究认为, 日粮铜含量低于需要量时, 肝铜含量随日粮铜变化不大; 日粮铜含量接近需要量时, 肝铜随日粮铜而呈线形增加; 日粮铜大于需要量但不中毒时(高铜), 肝铜成倍增加。高铜造成动物脏器的食用价值下降, 甚至对人体产生毒害作用。有必要寻求解决这些问题的有效途径。本试验探讨了添加不同剂量的蛋氨酸铜与硫酸铜, 对不同生长阶段猪生产性能的影响, 为铜促生长剂的应用以及开发新型环保、高效、低残留的铜制剂提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 动物 体质量为 15 kg 左右的“杜长大”三元杂交健康断奶仔猪 50 头。

1.1.2 硫酸铜 铜宝 1 号(商品名), 含硫酸铜 98%, 实测含铜量 24.59%。

1.1.3 蛋氨酸铜 佳乐美铜(商品名), 主要成分: 羟基蛋氨酸铜, 分子式为 $C_5H_{10}O_4SCu$, 分子量为 230。实测含铜量 16.24%。

1.1.4 试验动物的选择与分组 在某猪厂购进日龄相同、体质量相近(15 kg 左右)的“杜长大”三元杂交断奶仔猪 54 头, 按常规程序进行免疫、驱虫, 预试 7 d, 确认无临床异常后, 挑选 50 头, 随机分成 5 组, 每组 2 个重复, 每个重复 5 头猪, 放入按防疫要求消毒后的栏舍中, 进入正试期。试验的基础日粮参照美国 NRC (1998 版) 生长猪营养需要配合而成。配方及营养水平见表 1。

各试验组饲喂的日粮组成为: I 组: 每 kg 基础日粮添加 50 mg 硫酸铜; II 组: 每 kg 基础日粮添加 150 mg 硫酸铜; III 组: 每 kg 基础日粮添加 250 mg 硫酸铜; IV 组: 每 kg 基础日粮添加 150 mg 蛋氨酸铜; V 组: 每 kg 基础日粮添加 250 mg 蛋氨酸铜; 以上各组均按铜实际添加量为准。

表 1 基础日粮配方及营养水平

Tab.1 Composition and nutrient level of basic diet

日粮组成 Ingredients	含量% Content		营养水平 Nutrient	含量% Content	
	前期 Prophase (1~4 周)	后期 Anaphase (5~15 周)		前期 Rophase (1~4 周)	后期 Anaphase (5~15 周)
	Week1-4	Week 5-15		Week1-4	Week 5-15
玉米 Corn	70.5	75.4	消化能 DE/(MJ·kg ⁻¹)	13.69	13.69
豆粕 Soybean meal	22.4	20.0	粗蛋白 CP/%	17.96	14.63
鱼粉 Fish meal	4.0	1.0	钙 Ca/%	0.76	0.84
石粉 Limestone	0.8	1.2	磷 P/%	0.63	0.70
食盐 Salt	0.3	0.4	铜 Cu/(mg·kg ⁻¹)	17.63	16.54
赖氨酸 Lys	0.15	0.1			
蛋氨酸 Met	0.05	0.04			
多维 Vitamin remix	0.03	0.04			
微量元素 Trace element	0.5	1.0			

1.2 饲养试验

试验猪进行自由隔离平养, 采取分栏群饲(日喂 3 次), 自由饮水, 饮水中含铜量 0.019 mg/L。各试验组的饲养条件一致。本试验分两个阶段进行。

第一阶段: 从正试期开始至第 11 周。正式试验开始前, 记录初始体质量; 开始后每 4 周称量 1 次, 称重前 1 d 19:00 停食, 第 2 天早上 07:00 空腹称重。试验期间每日记录实际饲料消耗。

第二阶段: 第一阶段结束后, 每组随机选择两头屠宰(用于其他试验)后即进入第二阶段, 从第 12 周开始至猪出栏。从第 II—V 组中每组各自重新分出一组, 组成加 II 组、加 III 组、加 IV 组、加 V 组, 每组各 4 头猪。其中第 II—V 组继续喂给相同日粮, 而加 II-加 V 组喂给与第 I 组相同的日粮。进入第二阶段后到猪出栏时称质量。

1.3 数据处理

用 SAS 系统软件进行方差分析。

表 2 第一阶段各组猪生产性能表(每组 n=10)

Tab.2 Growing performance of pigs in groups in the first phase(Every group n=10)

项目 Items	第 I 组 Group I	第 II 组 Group II	第 III 组 Group III	第 IV 组 Group IV	第 V 组 Group V	
初重/kg	16.97±1.03 ^A	16.63±1.47 ^A	16.47±2.03 ^A	16.47±1.43 ^A	17.03±1.37 ^A	
1~30 日	26.88±2.22 ^A	27.30±2.70 ^A	26.48±3.02 ^A	27.70±2.33 ^A	28.36±2.44 ^A	
31~60 日	41.81±3.09 ^B	43.30±3.56 ^{BA}	42.17±2.83 ^B	44.49±3.01 ^A	42.90±3.11 ^{BA}	
61~78 日	58.57±4.03 ^B	59.28±3.88 ^B	57.16±4.23 ^B	62.91±3.97 ^A	57.21±4.35 ^B	
日增重/g	330.33±48.59 ^{Cb}	355.67±69.35 ^{Bab}	333.67±58.36 ^{Cb}	374.33±69.65 ^{Aa}	377.67±70.36 ^{Aa}	
1~30 日	日采食/(kg·d ⁻¹) 0.96±0.12 ^A	0.96±0.35 ^A	0.96±0.26 ^A	0.95±0.16 ^A	0.99±0.21 ^A	
添加铜 Cu-addition	饲料转化率 2.91±0.12 ^{Aa}	2.70±0.09 ^{Bab}	2.87±0.13 ^{Aa}	2.54±0.10 ^{Cb}	2.62±0.08 ^{Cb}	
日增重/g	497.66±101.25 ^{Cb}	533.33±98.47 ^{Bab}	523.13±15.56 ^{Bab}	559.67±99.27 ^{Aa}	484.67±123.47 ^{Cb}	
31~60 日	日采食/(kg·d ⁻¹) 1.33±0.35 ^B	1.49±0.26 ^A	1.43±0.21 ^A	1.38±0.31 ^B	1.41±0.27 ^{BA}	
饲料转化率	2.67±0.14 ^{Bab}	2.79±0.15 ^{Ba}	2.73±0.08 ^{Ba}	2.47±0.11 ^{Cb}	2.90±0.19 ^{Aa}	
日增重/g	931.11±145.32 ^{Ba}	887.80±165.48 ^{Bb}	832.78±99.05 ^{Cbb}	1023.31±186.26 ^{Aa}	795.58±97.36 ^{Cbc}	
61~78 日	日采食/(kg·d ⁻¹) 1.88±0.54 ^A	2.16±0.69 ^A	2.02±1.01 ^A	1.89±0.66 ^A	2.02±0.84 ^A	
饲料转化率	2.02±0.14 ^{Ba}	2.43±0.32 ^{Aa}	2.43±0.18 ^{Aa}	1.85±0.25 ^{Bb}	2.54±0.21 ^{Aa}	
日增重/g	414.23±99.37 ^B	444.54±102.36 ^A	428.33±96.35 ^B	467.16±113.54 ^A	431.17±101.68 ^B	
添加铜 Cu-addition	1~60 日	日采食/(kg·d ⁻¹) 1.15±0.34 ^A	1.22±0.25 ^A	1.19±0.18 ^A	1.14±0.27 ^A	1.20±0.21 ^A
饲料转化率	2.78±0.36 ^A	2.74±0.28 ^A	2.78±0.16 ^A	2.44±0.33 ^A	2.78±0.19 ^A	
日增重/g	533.33±99.87 ^{Cbb}	546.79±112.34 ^{Bb}	521.67±102.95 ^{Cb}	595.38±125.38 ^{Aab}	515.13±131.56 ^C	
1~78 日	日采食/(kg·d ⁻¹) 1.39±0.23 ^A	1.52±0.31 ^A	1.46±0.21 ^A	1.39±0.26 ^A	1.47±0.30 ^A	
饲料转化率	2.61±0.12 ^A	2.78±0.22 ^A	2.80±0.31 ^A	2.33±0.17 ^A	2.85±0.28 ^A	

同一行肩标有大写字母相同者, 差异不显著 ($P>0.05$); 同一行肩标大写字母不同者, 差异显著 ($P<0.05$); 同一行肩标小写字母不同者, 差异极显著 ($P<0.01$), 表中数值均以平均值±标准偏差 (Mean±SD) 表示。

The same capital letters within a row is not significantly different from each other ($P>0.05$), The different capital letters within a row is significantly different from each other ($P<0.05$), The different small letters within a row is extremely significantly different from each other ($P<0.01$). Values are given as mean±standard deviation (SD).

2 结果与讨论

2.1 第一阶段各组猪的生产性能

第一阶段各组猪的生产性能情况见表 2、图 1。从表 2 可以看出, 正式试验开始时, 各组猪的平均体质量差异不显著 ($P>0.05$)。第 IV 组日增重极显著高于其他各组 ($P<0.01$), 其他各组之间的日增重差异不显著。就添加硫酸铜来讲, 猪在体质量 15~30 kg 阶段, 每 kg 基础日粮添加 150 mg 的增重效果最佳; 猪在体质量 30~60 kg 阶段, 添加 50 mg 的增重效果最好; 就添加蛋氨酸铜来说, 猪在体质量 15~60 kg 阶段, 每 kg 基础日粮添加 150 mg 蛋氨酸铜要比添加 250 mg 蛋氨酸铜的增重效果更好。第一阶段第 IV 组

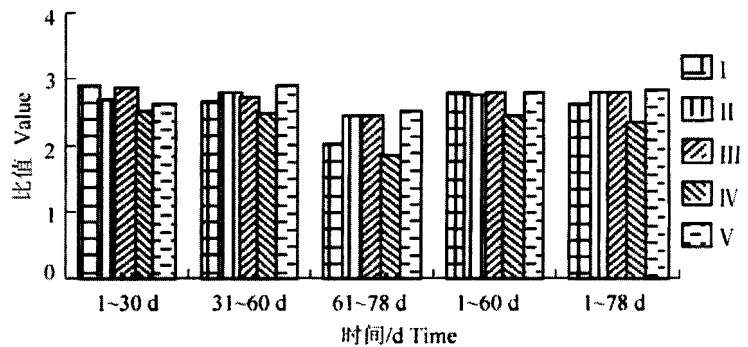


图 1 第一阶段各组猪各时期料重比柱形图
Fig.1 Column Figure of F/G of Pigs in Groups in the First Phase

猪的料重比比其它四组都要低 ($P<0.01$)。猪体质量 30~45 kg 阶段, 第 II、III 组猪的采食量明显高于第 I、IV 组 ($P<0.05$)。其它各体质量阶段各组猪之间的采食量差异不显著 ($P>0.05$)。

2.2 第二阶段各组猪生产性能

第二阶段各组猪生产性能情况见表 3、图 2。

表 3 第二阶段各组猪生产性能

Tab.3 Growing performance of pigs in groups in the Second Phase

项目 Item	I	II	III	IV	V	加 II G+II	加 III G+III	加 IV G+IV	加 V G+V
初重/kg Initial weight	56.24±2.36 ^A	56.45±2.65 ^A	55.44±2.02 ^A	55.83±1.99 ^A	56.44±2.12 ^A	57.01±2.31 ^A	56.20±2.30 ^A	57.47±2.45 ^A	56.13±2.41 ^A
末重/kg Final weight	89.83±4.02 ^A	88.25±3.95 ^{BA}	87.25±3.65 ^B	92.00±4.05 ^A	86.40±4.45 ^B	87.67±3.83 ^B	87.88±4.12 ^B	94.83±4.27 ^A	85.75±3.55 ^{Bb}
日增重/g Daily gain	0.84±0.08 ^{Bab}	0.80±0.06 ^{Bab}	0.80±0.08 ^{Bab}	0.90±0.09 ^{Aa}	0.75±0.07 ^{Cb}	0.76±0.06 ^{Cba}	0.79±0.08 ^{Bab}	0.93±0.09 ^{Aa}	0.74±0.06 ^{Cb}
日采食 (kg·d ⁻¹) Daily intake	2.35±0.19 ^{BA}	2.39±0.21 ^{BA}	2.30±0.45 ^B	2.64±0.21 ^A	2.27±0.14 ^B	2.24±0.16 ^B	2.38±0.22 ^{BA}	2.55±0.15 ^A	2.31±0.19 ^B
饲料转化率 Feed conversion	2.80±0.12 ^{Cb}	2.99±0.95 ^{BAb}	2.88±0.63 ^{Cba}	2.93±0.26 ^{Cba}	3.03±0.28 ^{BAb}	2.95±0.20 ^{Bb}	3.01±0.15 ^{BA}	2.74±0.15 ^{Cb}	3.12±0.18 ^{Aa}

第 I 组 $n=8$, 其他组 $n=4$; 同一行肩标有大写字母相同者, 差异不显著 ($P>0.05$); 同一行肩标大写字母不同者, 差异显著 ($P<0.05$); 同一行肩标小写字母不同者, 差异极显著 ($P<0.01$), 表中数值均以平均值±标准偏差 (Mean±SD) 表示。

Group I $n=8$, Other groups $n=4$. The same capital letters within a row is not significantly different from each other ($P>0.05$), The different capital letters within a row is significantly different from each other ($P<0.05$), The different small letters within a row is extremely significantly different from each other ($P<0.01$). Values are given as mean±standard deviation (SD).

从表 3 可以看出, 在生长肥育猪体质量 60 kg 以后, 继续添加高铜并不能提高猪的生产性能, 相反, 在第一阶段添加 150 mg/kg 蛋氨酸铜后, 转为添加 50 mg 硫酸铜猪的增重效果最好。

3 结论

(1) 高铜对猪的促生长作用与猪的生长阶段密切相关。猪体质量在 15~60 kg 阶段, 高铜对猪有明显的促生长作用。添加蛋氨酸铜对猪的增重效果优于添加硫酸铜。每 kg 基础日粮添加 150 mg 蛋氨酸铜对猪的增重效果最好。

(2) 高剂量硫酸铜对 30~45 kg 体质量阶段的猪的采食量影响显著, 对其他阶段的猪的采食量没有影响; 高剂量蛋氨酸铜对猪的采食量没有影响。

(3) 蛋氨酸铜和硫酸铜的添加剂量及其组合方式取决于猪的不同生长阶段。建议猪体质量在 60 kg 前每 kg 日粮中添加 150 mg 蛋氨酸铜, 60 kg 后用 50 mg 硫酸铜。

参考文献:

- [1] Bowler R J, Barude R, Campbell R C, et al. High-copper mineral mixture for fattening pigs [J]. Br J Nutr, 1955, 9: 358-362.
- [2] Baker D H, Odle J, Funk M A. Research note: Bioavailability of copper in cupric oxide, cuprous oxide and in a copper-lysine complex [J]. Poul Sci, 1991, 70: 177-179.
- [3] 许梓荣. 长期饲喂高铜饲料对猪生长的影响及其机理探讨 [J]. 浙江农业学报, 2000, 12(2): 55-60.
- [4] Pau E I, Yaropolov A I. The biological functions of ceruloplasmin expressed through copper-binding sites and a cellular receptor [J]. J Trace Elem Exp Med, 1994, 7: 69-88.
- [5] 武书庚, 齐广海, 邓君杰. 微量元素铜的研究综述 [J]. 饲料工业, 1999, 20 (12): 5-7.
- [6] 钱莘莘, 梅光芝, 郭萍, 等. 生长肥育猪日粮中添加高铜和超高铜对其肉、肝中铜元素的影响 [J]. 饲料工业, 1997, 187: 10-11.
- [7] 王建明, 孙奕南. 生长猪饲料添加中等剂量铜的可能性探讨 [J]. 广东饲料, 1999(3): 15-16.

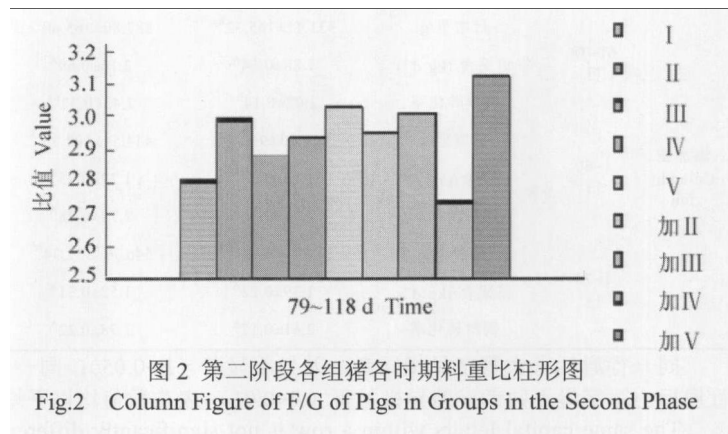


图 2 第二阶段各组猪各时期料重比柱形图
Fig.2 Column Figure of F/G of Pigs in Groups in the Second Phase