

文章编号:1004-1478(2011)04-0006-07

# 硒锌铜交互效应对肉鸡胸肌 铜、锌、铁、锰、钙含量的影响

宁红梅, 葛亚明, 李敬玺, 雒海潮, 雷小灿

(河南科技学院 动物科学学院, 河南 新乡 453003)

**摘要:**研究了日粮不同硒、锌和铜水平及互作效应对肉鸡胸肌中铜、锌、铁、钙、锰含量的影响。选用1日龄罗斯308肉仔鸡720只,随机分为9个处理组。在玉米-豆粕型日粮基础上添加不同水平的蛋氨酸硒、甘氨酸锌和甘氨酸铜,以饲喂基础日粮组为对照组,试验期7周。结果表明:1)日粮不同硒水平对前中期胸肌铜含量的影响显著,对中期胸肌锌含量影响极显著,对后期胸肌铁含量影响显著,对前中后期胸肌钙含量影响不显著,对前期胸肌锰含量影响显著;2)日粮不同锌水平对前中后期胸肌铜含量影响显著,对中期胸肌锌含量影响极显著,对中期胸肌铁含量影响显著,对前期胸肌锰含量影响显著,对前中后期胸肌钙含量影响不显著;3)日粮不同铜水平对前中期胸肌铜、锌含量的影响显著,对后期胸肌锰含量影响显著,对前中后期胸肌铁、钙含量影响不显著;4)硒、锌和铜的交互作用对前中后期胸肌铜、锌、锰含量影响显著,特别是中期胸肌铜、锌含量影响极显著,对中后期胸肌铁含量影响显著,对中期胸肌钙含量影响显著。

**关键词:**硒;锌;铜;肉鸡胸肌;铜含量;锌含量;铁含量;锰含量;钙含量

中图分类号:Q581

文献标志码:A

## Interactive effect of organic Se, organic Zn and organic Cu on the concentration of Cu, Zn, Fe, Mn and Ca in breast muscles in broilers

NING Hong-mei, GE Ya-ming, LI Jing-xi, LUO Hai-chao, LEI Xiao-can

(College of Animal Sci., He'nan Inst. of Sci. and Tech., Xinxiang 453003, China)

**Abstract:** In order to study the interactive effect of additive of Se/Zn/Cu on the concentration of copper, zinc, iron, manganese and calcium in breast muscles in broilers, the experiment was conducted using a total of 720 four-week-old Rose 308 broilers to investigate the effects of adding methionine-Se, Glycine-Zn and Glycine-Cu to corn soybean diets on growth and slaughter performance in broilers and their interaction. Broilers were randomly divided into 9 treatments. The basal diet was used as control group, and the experiment lasted for seven weeks. The results showed: 1) different level of Se had significant effect on Cu concentration from 0 to 5 weeks, Zn concentration from 3 to 5 weeks and Fe concentration from 5 to 7 weeks in breast muscles of broilers, but no significant effect on Ca concentration from 0 to 7 weeks. It has significant

收稿日期:2010-11-30

基金项目:河南省科技厅科技攻关项目(082102130003);河南省教育厅科技攻关项目(2009A230001)

作者简介:宁红梅(1977—),女,山西省稷山县人,河南科技学院副教授,博士,主要研究方向为畜禽营养代谢与中毒病。

通信作者:李敬玺(1954—),男,河南省安阳市人,河南科技学院教授,主要研究方向为畜禽营养代谢与中毒病。

greatly effect on Mn concentration from 0 to 3 weeks. 2) different level of Zn had significant greatly effect on Cu concentration from 0 to 7 weeks, Zn concentration from 3 to 5 weeks, Fe concentration from 3 to 5 weeks and Mn concentration from 0 to 3 weeks, but no significant effect on Ca concentration from 0 to 7 weeks. It has significant greatly effect on Zn concentration from 3 to 5 weeks. 3) different level of Cu had significant greatly effect on Cu and Zn concentration from 0 to 5 weeks and Mn concentration from 5 to 7 weeks, but no significant effect on Fe and Ca concentration from 0 to 7 weeks. 4) interaction of Se, Zn and Cu had significant greatly effect on Cu, Zn and Mn concentration from 0 to 7 weeks, Fe concentration from 3 to 7 weeks and Ca concentration from 3 to 5 weeks in breast muscles of broilers.

**Key words:** Se; Cu; Zn; breast muscle in broilers; Cu concentration; Zn concentration; Fe concentration; Mn concentration; Ca concentration

## 0 引言

目前,肉鸡生产呈密集型、规模化、产业化发展趋势,生产性能不断提高。但在养殖过程中,许多养殖场采用添加药物的方式达到增强肉鸡生产性能的目的,这样不仅使肉鸡的免疫机能下降,而且造成鸡肉药残增加。在畜禽饲料中添加不同剂量的微量元素,可以增强动物机体的免疫抵抗力和生产性能,微量元素作为动物机体必需的营养组分添加到饲料已经得到广泛的认可。

硒是人和动物机体生长发育所必需的微量元素,硒在畜禽的生长发育、生产性能、抗氧化、免疫和繁殖中发挥着重要作用<sup>[1-5]</sup>。锌是动物体内必需的微量元素,在许多生化过程中都扮演着重要的角色。如锌是许多酶的必需组分,作为酶的结构组成元件特别是活性中心(催化或辅助催化)的组成元件广泛参与细胞的各种生理功能。铜参与机体造血过程,促进铁在肠道的吸收、血红蛋白的合成与红细胞的生成,它与肉仔鸡造血功能、骨骼、肌肉及被毛的生长发育有着密切关系<sup>[6]</sup>。在畜牧生产实践中,常在动物日粮中添加硒、锌和铜等微量元素,以促进动物正常的生长发育,提高免疫功能。但是当硒、锌和铜含量过高时,也会导致动物胸腺、脾脏、腔上囊等免疫器官生长发育不良,器官萎缩,重量减轻,或发生明显的病理变化:免疫细胞数量减少,免疫细胞亚群比例和免疫因子的活性受到影响;黏膜抗体产生受到抑制,结果造成机体免疫功能低下。以往的研究多集中在某种微量元素对动物生产性能和免疫功能的影响,侧重于元素单独作用的研究。近年来研究表明,硒、锌和铜并不是独立地发挥其生物学作用,而是相互影响和制约的<sup>[7-9]</sup>。探讨各

种微量元素之间以及与其他营养物质之间的关系是近年来的研究热点。但若同时添加硒、锌、铜,其在鸡肉中残留情况如何?对其他微量元素是否有影响?在这方面的研究较少。鉴于此,本文旨在研究日粮不同硒、锌、铜水平及交互效应对肉鸡胸肌中钙、铁、铜、锰、锌含量的影响,这对于确定有机硒、铜、锌的适宜添加量,生产营养价值更加均衡的肉鸡,有重要的现实意义。

## 1 实验

### 1.1 材料

试剂:蛋氨酸硒、甘氨酸锌和甘氨酸铜,含量均为100%,杭州建德维丰饲料有限公司产。

试验动物和日粮:选用1日龄体重相近的罗斯308肉仔鸡720只,清洁健康,购于河南大用集团肉用鸡场。参照NRC肉仔鸡(1994)饲养标准,配制玉米-豆粕型基础饲料。饲料原料成分参照中国饲料营养成分(2001)。将720只1日龄罗斯308肉仔鸡随机分成9组,每组4个重复,每个重复20只,组间体重无显著差异( $P > 0.05$ )。饲养试验期为7周。使用喷漆鸡笼塑料水槽和料槽,不对鸡只进行免疫和喂药,自由采食和饮水,准确记录采食量。24 h光照(自然光加灯光),湿度65%左右,通风良好,保持清洁卫生,常规消毒。

### 1.2 样品制备

分别于3周龄、5周龄和7周龄进行屠宰实验,宰前停饲12 h,每组每个重复取2只鸡,取2 g左右胸肌样品,并放于样品袋中待测。

### 1.3 指标测定方法

称取约2 g胸肌,置于瓷坩埚中,在电炉上充分

炭化至无烟,然后置于灰化炉中,在 550 ~ 600 ℃ 灼烧至无炭粒,即灰化完全.冷却至 200 ℃ 以下后,取出放入干燥器中冷却至室温,将灰化好的样品用 1% 的盐酸溶解(以体积计),并转移至 25 mL 容量瓶中,稀释至刻度,摇匀,待测.利用 Optima 2100 DV 电感耦合等离子原子发射光谱仪测定肉鸡胸肌中铜、锌、铁、锰、钙含量.

1.4 数据统计与处理

试验数据采用 SAS 统计软件对各项数据进行 F 值方差分析,以  $P < 0.01$  (差异极显著)、 $P < 0.05$  (差异显著)作为差异显著性判断标准.

2 结果与讨论

2.1 胸肌中铜含量

日粮中添加不同水平硒、锌、铜添加剂对不同时肉鸡胸肌中铜含量的影响见表 1.

由表 1 可知,3 周龄时以  $Se \times Zn \times Cu = 0 \times 100 \text{ mg/kg} \times 60 \text{ mg/kg}$  组胸肌中铜含量最高;5 周龄时以  $Se \times Zn \times Cu = 0.25 \text{ mg/kg} \times 100 \text{ mg/kg} \times$

$0 \text{ mg/kg}$  组胸肌中铜含量最高;7 周龄时以  $Se \times Zn \times Cu = 0.5 \text{ mg/kg} \times 100 \text{ mg/kg} \times 30 \text{ mg/kg}$  组胸肌中铜含量最高.这与单独添加铜日粮的结果不一致,单独添加铜日粮,随着日粮铜水平的提高,鸡肉中铜含量有增高的趋势.吴锐等<sup>[10]</sup>研究表明,日粮铜水平从 10.3 ~ 350 mg/kg,鸡肉铜含量一直呈上升趋势.本实验日粮添加不同水平有机铜却使胸肌中铜含量降低,这可能是日粮中添加有机硒和锌有拮抗作用,限制了铜的吸收.此外,王学智等<sup>[11-13]</sup>研究认为,动物在饲料低铜或高铜浓度条件下,肝脏对铜的蓄积量都保持在动态平衡状态,一定剂量和时间范围内的高铜饲料能有效地促进肝铜的蓄积,但当肝铜的蓄积量达到饱和后,继续增加饲料铜含量则导致肝铜迅速大量地释放,并维持在相对稳定的低水平状态.这与本试验结果一致.

通过正交试验极差分析可知,3 周龄时,铜的极差值最大,说明铜是第一影响的因素,其次为锌和硒.而在后期,锌是最重要的因素.

表 1 日粮中添加不同水平硒、锌、铜对不同时肉鸡胸肌中铜含量的影响 mg/kg

添加水平			n	胸肌铜含量		
蛋氨酸硒	甘氨酸锌	甘氨酸铜		3 周龄( $\times 10^{-1}$ )	5 周龄( $\times 10^{-1}$ )	7 周龄( $\times 10^{-2}$ )
0	0	0	4	1.726 1 ± 0.523 1 <sup>B</sup>	0.155 0 ± 0.044 3 <sup>Cc</sup>	0.117 7 ± 0.081 2 <sup>B</sup>
0	50	30	4	0.855 1 ± 0.765 5 <sup>C</sup>	0.429 7 ± 0.221 2 <sup>Bb</sup>	0.077 5 ± 0.016 8 <sup>C</sup>
0	100	60	4	2.473 0 ± 1.343 1 <sup>A</sup>	0.412 4 ± 0.098 7 <sup>Bb</sup>	0.370 4 ± 0.261 5 <sup>AB</sup>
0.25	0	30	4	1.870 5 ± 0.846 5 <sup>B</sup>	0.351 8 ± 0.104 9 <sup>Bb</sup>	0.175 2 ± 0.056 7 <sup>AB</sup>
0.25	50	60	4	1.349 6 ± 0.752 5 <sup>B</sup>	0.564 0 ± 0.124 9 <sup>Bb</sup>	0.084 6 ± 0.052 6 <sup>C</sup>
0.25	100	0	4	2.241 3 ± 0.649 0 <sup>A</sup>	1.986 7 ± 1.375 1 <sup>Aa</sup>	0.240 0 ± 0.187 2 <sup>AB</sup>
0.5	0	60	4	1.717 9 ± 0.808 3 <sup>B</sup>	0.310 3 ± 0.133 6 <sup>Bb</sup>	0.063 6 ± 0.014 9 <sup>C</sup>
0.5	50	0	4	1.650 6 ± 0.828 8 <sup>B</sup>	0.316 7 ± 0.106 2 <sup>Bb</sup>	0.201 8 ± 0.047 3 <sup>AB</sup>
0.5	100	30	4	0.959 9 ± 0.261 0 <sup>C</sup>	0.425 0 ± 0.200 8 <sup>Bb</sup>	0.516 8 ± 0.198 5 <sup>A</sup>
0			12	1.684 7 <sup>A</sup>	0.498 5 <sup>Bb</sup>	0.188 5
0.25			12	1.820 5 <sup>A</sup>	0.967 5 <sup>Aa</sup>	0.166 6
0.5			12	1.442 8 <sup>B</sup>	0.350 7 <sup>Bb</sup>	0.260 7
	0		12	1.771 5 <sup>A</sup>	0.272 4 <sup>b</sup>	0.118 8 <sup>B</sup>
	50		12	1.285 1 <sup>B</sup>	0.436 8 <sup>b</sup>	0.121 3 <sup>B</sup>
	100		12	1.891 4 <sup>A</sup>	0.941 4 <sup>a</sup>	0.375 7 <sup>A</sup>
		0	12	1.872 7 <sup>A</sup>	0.819 5 <sup>A</sup>	0.186 5
		30	12	1.228 5 <sup>B</sup>	0.402 2 <sup>B</sup>	0.256 5
		60	12	1.846 8 <sup>A</sup>	0.428 9 <sup>B</sup>	0.172 9
		Se		0.377 7	0.616 8	0.094 1
R 值		Zn		0.606 3	0.669 0	0.256 9
		Cu		0.644 2	0.417 3	0.083 6

注:表中同列肩标字母相同表示差异不显著,大写字母不同表示差异显著( $P < 0.05$ ),小写字母不同表示差异极显著( $P < 0.01$ ),下同.

## 2.2 胸肌中锌含量

日粮中添加不同水平硒、锌、铜对不同时期肉鸡胸肌中锌含量的影响见表2。

日粮中添加不同水平有机硒添加剂在前中期可以降低胸肌中锌含量,在5周龄时差异显著,而在7周龄时,其胸肌中锌含量升高,但无差异显著性。这可能是5周龄前是机体生长发育最旺盛时期,需大量摄取锌以供生长发育,随后机体生长减缓,锌在肌肉中沉积增加。随着机体发育,于怀孕晚期为胎儿生长发育最旺盛时期,需大量摄取母体血清中的锌以供需要。这与张捷等<sup>[14]</sup>报道类似。

本实验中,日粮中添加不同水平有机铜添加剂可以降低胸肌中锌含量,尤其在3周龄和5周龄时影响显著,说明铜和锌有拮抗作用。除3周龄饲喂高剂量有机锌时胸肌中锌含量稍高外,日粮中添加不同水平有机锌均降低了胸肌中锌含量,这可能是日粮中添加适宜有机锌制剂可以促进锌的吸收和利用。本实验也表明,日粮中同时添加硒、锌、铜对胸肌中锌含量有交互效应,在前中期铜的作用较大,后期硒的作用较大。

## 2.3 胸肌中铁含量

日粮中添加不同水平硒、锌、铜对不同时期肉鸡胸肌中铁含量的影响见表3。

由表3可知,日粮中添加有机硒可以影响胸肌中铁含量,在前中期,铁含量降低,后期升高,且在中剂量有机硒时7周龄时胸肌中铁含量最高。这说明前中期较高的硒水平可以促进铁的吸收。日粮中分别添加不同水平有机锌和铜对胸肌中铁含量的影响与添加有机硒的变化正好相反,这与吴锐等<sup>[10]</sup>报道一致。铜参与造血过程,影响铁的吸收、运送和利用,铜可以使无机铁变为有机铁,由三价铁变为二价铁,从而促进铁的吸收和利用,降低了铁在肌肉中的沉积。前期鸡肉铁含量高于后期,这说明幼龄家禽对铁的吸收利用高于成年家禽,随着日龄增加,铁在组织器官中的沉积量降低。许多研究都证明了这一点<sup>[15]</sup>。

通过正交试验极差分析可知,3周龄和7周龄时,硒的极差值最大,比其他2列的极差值都大,说明硒是最重要的因素。而在中期,锌对胸肌铁含量的影响最大,硒、锌、铜的交互作用对中后期胸肌铁

表2 日粮中添加不同水平硒、锌、铜对不同时期肉鸡胸肌中锌含量的影响 mg/kg

添加水平			n	胸肌锌含量		
蛋氨酸硒	甘氨酸锌	甘氨酸铜		3周龄( $\times 10^{-1}$ )	5周龄( $\times 10^{-1}$ )	7周龄( $\times 10^{-2}$ )
0	0	0	4	0.942 4 ± 0.274 6 <sup>A</sup>	3.510 0 ± 1.600 1 <sup>AA</sup>	0.620 5 ± 0.049 8 <sup>B</sup>
0	50	30	4	0.672 7 ± 0.084 7 <sup>B</sup>	0.586 4 ± 0.132 8 <sup>Cb</sup>	0.659 9 ± 0.030 6 <sup>B</sup>
0	100	60	4	0.802 2 ± 0.303 1 <sup>A</sup>	0.635 9 ± 0.055 9 <sup>Cb</sup>	0.538 6 ± 0.101 1 <sup>B</sup>
0.25	0	30	4	0.668 3 ± 0.286 6 <sup>B</sup>	0.510 4 ± 0.087 6 <sup>Cb</sup>	0.922 0 ± 0.155 3 <sup>A</sup>
0.25	50	60	4	0.483 2 ± 0.171 4 <sup>C</sup>	0.815 1 ± 0.125 5 <sup>Bb</sup>	0.646 5 ± 0.027 2 <sup>B</sup>
0.25	100	0	4	0.753 3 ± 0.167 9 <sup>AB</sup>	1.075 0 ± 0.530 5 <sup>Bb</sup>	0.700 7 ± 0.038 0 <sup>B</sup>
0.5	0	60	4	0.605 3 ± 0.183 6 <sup>BC</sup>	0.438 3 ± 0.073 0 <sup>Cb</sup>	0.725 2 ± 0.055 1 <sup>AB</sup>
0.5	50	0	4	0.857 5 ± 0.449 4 <sup>A</sup>	0.601 6 ± 0.138 9 <sup>Cb</sup>	0.731 0 ± 0.031 3 <sup>AB</sup>
0.5	100	30	4	0.695 2 ± 0.143 1 <sup>B</sup>	0.680 6 ± 0.263 1 <sup>Cb</sup>	0.735 7 ± 0.060 4 <sup>AB</sup>
0			12	0.805 7	1.577 4 <sup>a</sup>	0.606 3
0.25			12	0.634 9	0.800 1 <sup>b</sup>	0.756 4
0.5			12	0.719 3	0.573 5 <sup>b</sup>	0.730 6
	0		12	0.738 7	1.486 2 <sup>a</sup>	0.755 9
	50		12	0.671 1	0.667 7 <sup>b</sup>	0.679 1
	100		12	0.750 2	0.797 2 <sup>b</sup>	0.658 3
		0	12	0.851 1 <sup>A</sup>	1.728 9 <sup>a</sup>	0.684 1
		30	12	0.678 7 <sup>B</sup>	0.592 5 <sup>b</sup>	0.672 5
		60	12	0.630 2 <sup>B</sup>	0.629 8 <sup>b</sup>	0.636 8
		Se		0.170 8	1.003 9	0.150 1
R 值		Zn		0.079 1	0.818 5	0.097 6
		Cu		0.220 9	1.136 4	0.135 7

表3 日粮中添加不同水平硒、锌、铜对不同时期肉鸡胸肌中铁含量的影响 mg/kg

添加水平			n	胸肌铁含量		
蛋氨酸硒	甘氨酸锌	甘氨酸铜		3周龄( $\times 10^{-1}$ )	5周龄( $\times 10^{-1}$ )	7周龄( $\times 10^{-2}$ )
0	0	0	4	0.550 4 ± 0.101 7	0.712 8 ± 0.240 3 <sup>A</sup>	2.493 2 ± 0.395 6 <sup>A</sup>
0	50	30	4	0.632 6 ± 0.174 9	0.303 0 ± 0.025 6 <sup>B</sup>	1.943 8 ± 0.222 0 <sup>B</sup>
0	100	60	4	0.676 9 ± 0.171 0	0.577 8 ± 0.100 7 <sup>AB</sup>	2.779 7 ± 1.424 8 <sup>AB</sup>
0.25	0	30	4	0.439 6 ± 0.116 2	0.582 1 ± 0.165 5 <sup>AB</sup>	6.313 0 ± 2.910 7 <sup>A</sup>
0.25	50	60	4	0.451 6 ± 0.043 9	0.460 0 ± 0.062 1 <sup>AB</sup>	3.693 5 ± 1.930 5 <sup>AB</sup>
0.25	100	0	4	0.573 3 ± 0.067 2	0.504 5 ± 0.068 5 <sup>AB</sup>	2.973 7 ± 0.484 5 <sup>AB</sup>
0.5	0	60	4	0.524 3 ± 0.098 9	0.496 4 ± 0.097 7 <sup>AB</sup>	1.847 7 ± 0.401 5 <sup>B</sup>
0.5	50	0	4	0.488 6 ± 0.053 8	0.312 4 ± 0.036 0 <sup>B</sup>	3.617 3 ± 0.989 3 <sup>AB</sup>
0.5	100	30	4	0.592 2 ± 0.089 7	0.447 3 ± 0.053 1 <sup>AB</sup>	3.020 7 ± 0.829 7 <sup>AB</sup>
0			12	0.620 0	0.531 2	2.405 6 <sup>B</sup>
0.25			12	0.488 2	0.515 5	4.326 7 <sup>A</sup>
0.5			12	0.535 0	0.418 7	2.828 6 <sup>B</sup>
	0		12	0.504 8	0.597 1 <sup>A</sup>	3.551 3
	50		12	0.524 3	0.358 5 <sup>B</sup>	3.084 9
	100		12	0.614 1	0.509 9 <sup>A</sup>	2.924 7
		0	12	0.537 4	0.509 9	3.028 1
		30	12	0.554 8	0.444 1	3.759 2
		60	12	0.550 9	0.501 4	2.773 6
		Se		0.131 8	0.112 5	1.921 1
R 值		Zn		0.109 3	0.238 6	0.626 6
		Cu		0.017 4	0.067 3	0.985 6

含量影响显著,这说明硒、锌和铜三者的交互作用对鸡肉铁含量的影响是阶段性的.

#### 2.4 胸肌中锰含量

日粮中添加不同水平硒、锌、铜对不同时期肉鸡胸肌中锰含量的影响见表4.

由表4可知,日粮中添加高剂量有机硒对3周龄时胸肌中锰含量的影响显著,在3周龄和5周龄时,日粮中添加不同水平有机硒,肌肉中锰含量变化不规律,而在7周龄时,肌肉中锰含量升高,随着日粮硒水平的提高,肌肉中锰含量增加.这说明硒在后期对锰的吸收和沉积有促进作用.前人关于硒对锰在组织中沉积的影响的研究报道很少,其机理还有待进一步研究.

日粮中添加不同水平有机锌在前中期可以使胸肌中锰含量升高,尤其在前期时影响显著.而有机铜对胸肌中锰含量的影响与添加有机锌的影响正好相反,并且在后期影响显著.这也充分说明,日粮中锌和铜有交互作用.从全期来看,随着硒、锌、铜含量及日龄的增长,肌肉中锰含量有增长趋势.

#### 2.5 胸肌中钙含量

日粮中添加不同水平硒、锌、铜对不同时期肉

鸡胸肌中钙含量的影响见表5.

由表5可知,日粮中分别添加不同水平有机硒、锌、铜对不同日龄肉鸡胸肌中钙含量的影响均不显著.但从数值上看,前期肌肉中钙含量呈现下降趋势,中后期出现上升趋势.这可能是前期肉鸡生长速度较快,骨骼发育旺盛,肌肉中钙沉积较少,随着机体轮廓形成,钙利用减少,肌肉中钙沉积增加.另外,通过正交试验极差分析,对前中后期肌肉中钙含量影响较大的因素分别是锌、铜、硒,说明日粮中添加有机硒、锌、铜对肌肉中钙含量的影响有时效性.

### 3 结论

日粮不同硒水平对前中后期胸肌铜、锌、铁、锰含量均有影响.对于肌肉中的锌、铁含量,出现前中期降低、后期升高的趋势,说明日粮硒对肌肉中锌、铁含量的影响与日龄有关.对于肌肉中铜、锰含量,中期以 Se = 0.25 mg/kg 组较高,后期以 Se = 0.5 mg/kg 组较高,说明较高的日粮硒水平在中后期对铜、锰在肌肉中的沉积有促进作用.对于肌肉中钙含量影响不大.

表4 日粮中添加不同水平硒、锌、铜对不同时期肉鸡胸肌中锰含量的影响

mg/kg

添加水平			n	胸肌锰含量		
蛋氨酸硒	甘氨酸锌	甘氨酸铜		3周龄( $\times 10^{-1}$ )	5周龄( $\times 10^{-1}$ )	7周龄( $\times 10^{-2}$ )
0	0	0	4	0.906 4 ± 0.108 8 <sup>A</sup>	0.653 3 ± 0.149 5 <sup>A</sup>	0.159 9 ± 0.026 9 <sup>C</sup>
0	50	30	4	0.944 9 ± 0.099 1 <sup>A</sup>	0.246 1 ± 0.017 4 <sup>B</sup>	0.120 5 ± 0.032 0 <sup>C</sup>
0	100	60	4	1.051 6 ± 0.206 4 <sup>A</sup>	0.568 7 ± 0.163 9 <sup>AB</sup>	0.171 6 ± 0.066 3 <sup>C</sup>
0.25	0	30	4	0.648 8 ± 0.038 0 <sup>A</sup>	0.571 1 ± 0.105 5 <sup>AB</sup>	0.384 7 ± 0.094 0 <sup>AB</sup>
0.25	50	60	4	0.847 0 ± 0.053 6 <sup>A</sup>	0.619 2 ± 0.076 1 <sup>A</sup>	0.178 8 ± 0.081 5 <sup>C</sup>
0.25	100	0	4	0.816 9 ± 0.025 4 <sup>A</sup>	0.604 6 ± 0.103 6 <sup>A</sup>	0.127 0 ± 0.027 8 <sup>C</sup>
0.5	0	60	4	0.831 0 ± 0.056 9 <sup>A</sup>	0.450 7 ± 0.092 4 <sup>AB</sup>	0.215 9 ± 0.063 9 <sup>B</sup>
0.5	50	0	4	3.472 3 ± 2.655 9 <sup>B</sup>	0.461 1 ± 0.070 4 <sup>AB</sup>	0.175 7 ± 0.025 1 <sup>C</sup>
0.5	100	30	4	1.089 5 ± 0.126 2 <sup>B</sup>	0.451 0 ± 0.050 2 <sup>AB</sup>	0.499 4 ± 0.103 9 <sup>A</sup>
0			12	0.967 6 <sup>B</sup>	0.489 4	0.150 7
0.25			12	0.770 9 <sup>B</sup>	0.598 3	0.230 2
0.5			12	1.797 6 <sup>A</sup>	0.454 3	0.297 0
	0		12	0.795 4 <sup>B</sup>	0.558 4	0.253 5
	50		12	1.754 7 <sup>A</sup>	0.442 1	0.158 3
	100		12	0.986 0 <sup>B</sup>	0.541 4	0.266 0
		0	12	1.731 9	0.573 0	0.154 2 <sup>B</sup>
		30	12	0.894 4	0.422 7	0.334 9 <sup>A</sup>
		60	12	0.909 9	0.546 2	0.188 8 <sup>B</sup>
R 值		Se		1.026 7	0.144 0	0.146 3
		Zn		0.959 3	0.116 3	0.107 7
		Cu		0.837 5	0.150 3	0.180 7

表5 日粮中添加不同水平硒、锌、铜对不同时期肉鸡胸肌中钙含量的影响

mg/kg

添加水平			n	胸肌钙含量		
蛋氨酸硒	甘氨酸锌	甘氨酸铜		3周龄( $\times 10^{-1}$ )	5周龄( $\times 10^{-1}$ )	7周龄( $\times 10^{-2}$ )
0	0	0	4	1.655 1 ± 0.049 6	1.295 2 ± 0.257 8 <sup>BC</sup>	0.880 1 ± 0.049 6
0	50	30	4	1.541 3 ± 0.129 6	0.839 0 ± 0.048 8 <sup>C</sup>	0.832 8 ± 0.026 9
0	100	60	4	1.984 5 ± 0.253 4	1.079 9 ± 0.108 2 <sup>AB</sup>	1.073 3 ± 0.085 61
0.25	0	30	4	1.540 4 ± 0.342 5	1.191 2 ± 0.180 1 <sup>AB</sup>	1.046 3 ± 0.081 23
0.25	50	60	4	1.652 7 ± 0.074 2	1.753 ± 0.201 0 <sup>AB</sup>	0.858 5 ± 0.038 55
0.25	100	0	4	1.724 2 ± 0.076 1	1.749 9 ± 0.235 0 <sup>ABa</sup>	0.972 8 ± 0.063 2
0.5	0	60	4	1.943 7 ± 0.298 1	2.742 2 ± 1.436 6 <sup>A</sup>	1.209 9 ± 0.110 1
0.5	50	0	4	1.415 9 ± 0.038 0	1.231 9 ± 0.082 1 <sup>BC</sup>	1.124 0 ± 0.123 6
0.5	100	30	4	1.705 9 ± 0.057 6	1.361 2 ± 0.090 1 <sup>B</sup>	1.396 1 ± 0.204 5
0			12	1.727 0	1.071 4	0.928 7
0.25			12	1.639 1	1.564 7	0.959 2
0.5			12	1.688 5	1.778 4	1.243 3
	0		12	1.713 1	1.742 9	1.045 4
	50		12	1.536 6	1.274 6	0.938 4
	100		12	1.804 9	1.397 0	1.147 4
		0	12	1.598 4	1.425 7	0.992 3
		30	12	1.595 9	1.130 5	1.091 7
		60	12	1.860 3	1.858 4	1.047 2
R 值		Se		0.087 9	0.707 0	0.314 6
		Zn		0.268 3	0.468 3	0.208 9
		Cu		0.264 4	0.727 9	0.099 4

日粮不同锌水平对前中后期胸肌铜、锌、铁、锰含量均有影响. 对于肌肉中铜含量, 以 Zn = 100 mg/kg 组较高, 说明日粮较高水平锌对铜在肌肉中的沉积有促进作用. 对于肌肉中锌、铁含量, 前期均以 Zn = 100 mg/kg 组较高, 而肌肉中锰含量, 以 Zn = 50 mg/kg 组较高, 说明前期较高的日粮锌水平可以促进锌、铁、锰在肌肉中沉积. 而在中后期, 较高的日粮锌水平促进锌、铁、锰吸收, 减少其在肌肉中沉积. 对于肌肉中钙含量影响不大.

日粮不同铜水平对前中后期胸肌中铜、锌、锰含量均有影响. 对于肌肉中铜、锌含量, 前中期均以 Cu = 30 mg/kg 组最低, 说明中剂量日粮有机铜对铜、锌在肌肉中的沉积有拮抗作用. 对于肌肉中锰含量, 后期以 Cu = 30 mg/kg 组较高, 说明在后期中剂量日粮有机铜对锰在肌肉中的沉积有促进作用. 对于肌肉中铁和钙含量影响不大.

硒、锌和铜的交互作用显著影响前中后期肌肉中铜、锌、锰含量及中后期肌肉中铁含量.

#### 参考文献:

- [1] 倪银星. 硒蛋白、硒与内分泌激素的关系研究进展[J]. 国外医学卫生学分册, 2002, 29(1): 38.
- [2] 陈忠法, 俞信光. 不同硒源对肉仔鸡生产性能和肉质的影响[J]. 浙江农业学报, 2003, 15(4): 250.
- [3] 王海宏, 谢忠忱. 不同硒源对肉鸡组织硒含量及谷胱甘肽过氧化物酶活力的影响[J]. 动物营养学报, 2003, 15(1): 44.
- [4] 曹新旺. 不同硒源对肉仔鸡营养免疫效应及肉品质量的影响[J]. 饲料工业, 2001, 30(1): 55.
- [5] 巩元芳, 刘铮铮. 硒对家畜繁殖机能的影响[J]. 中国饲料, 1998(7): 18.
- [6] 程志刚, 林映才, 许梓荣. 高铜促生长机理综述[J]. 兽药与饲料添加剂, 2001, 6(3): 33.
- [7] Hegazy S M, Adachi Y. Comparison of the effects of dietary selenium, zinc, and selenium and zinc supplementation on growth and immune response between chick groups that were inoculated with Salmonella and aflatoxin or Salmonella[J]. Poultry Sci, 2000, 79: 331.
- [8] 杨鹰, 高铭宇, 袁莉. 锌硒互作对肉鸡肝脏抗氧化酶活性的影响[J]. 中国兽医学报, 2002, 22(2): 178.
- [9] 崔晞. 硒对铜、锌在小鼠肝、肾和血中蓄积的影响[J]. 山东医科大学学报, 1997, 29(4): 316.
- [10] 吴锐, 曹威荣, 马佃珍. 铜和维生素 A 及交互效应对肉仔鸡肌肉铁、铜、锰、锌含量的影响[J]. 山西大学学报: 自然科学版, 2009, 32(1): 130.
- [11] 王学智, 杨志强, 马伟. 小白鼠肝脏微量元素与日粮铜含量变化的动态关系研究[J]. 中兽医医药杂志, 2002(3): 12.
- [12] Funk M A, Baker D H. Toxicity and tissue accumulation of copper in chicks fed casein and soy-based diets[J]. J Anim Sci, 1991, 69: 4501.
- [13] 罗文丽, 陈代文, 余冰, 等. 不同铜源对大鼠生长性能及组织中铜含量和血清中抗氧化酶活性的影响[J]. 中国畜牧杂志, 2009, 45(23): 26.
- [14] 张捷, 吴树清, 杜山. 外源硒对绵羊孕期体内硒、铜、锌的影响[J]. 中国畜牧兽医, 2009, 36(5): 36.
- [15] Cao J. Effect of dietary iron concentration, age and length of iron feeding on feed intake and tissue iron concentration of broiler chicks for use as a bioassay of supplemental iron sources[J]. Poultry Sci, 1996, 75: 495.