

# 铜、铁、锌、锰添加量对 0 ~ 3 周龄肉鸡生产性能和免疫器官发育的影响

西北农林科技大学动物科技学院 孙小琴 王义辉 谭 静 邢向明 赵彦军

[摘要] 将 960 只 1 日龄艾维茵肉仔鸡随机分为 16 组, 每组 4 个重复, 每重复 15 只; 采用 D- 最优设计, 以基础日粮含量为最低水平, 以 2 倍 NRC(1994) 推荐量为最高水平, 按 16 种方案添加铜、铁、锌、锰, 研究不同添加水平对 0 ~ 3 周龄肉鸡生产和免疫器官发育的影响, 以确定 0 ~ 3 周龄肉鸡日粮铜、铁、锌、锰的适宜添加水平。结果表明: 不同铜、铁、锌、锰添加水平对 0 ~ 3 周龄肉鸡日增重、耗料量、料肉比、死淘率及免疫器官发育均无显著影响( $P > 0.05$ ), 说明基础日粮中的铜、铁、锌、锰含量能够满足 0 ~ 3 周龄肉鸡生长和免疫器官发育的需要。

[关键词] 铜; 铁; 锌; 锰; 肉仔鸡; 免疫性能; 生产性能

[中图分类号] S831.5

[文献标识码] A

[文章编号] 1004-3314(2007)13-0021-04

[Abstract] D- optimal design was used to study the effects of dietary supplement with copper (Cu), iron (Fe), zinc (Zn) and manganese (Mn) on the growth performance and immune system development of broiler chicks during 0 ~ 3 weeks, the additive level of each element was from 0 ~ 2 times as much as the requirements of NRC (1994). 960 one-day-old Avian broilers were divided into 16 groups randomly, 4 repetitions each group and 15 broilers each repetition. The results indicated that the supplementation of copper, iron, zinc and manganese had no significant effects on weight gain, feed consumption, development of thyroid gland and spleen ( $P > 0.05$ ), and showed that the concentration of these four micro-elements in the basal diet was sufficient to obtain normal broiler performance and immune system development.

[Key words] copper; iron; zinc; manganese; broiler; immunity; growth performance

生产中满足动物微量元素需要量的普遍做法是不考虑基础日粮中的含量, 而按饲养标准中的需要量全额添加, 这种做法使得微量元素超量供应和不平衡现象非常普遍。超量供给微量元素存在浪费资源和污染环境的双重危害。基于此, 近几年国内外的一些试验对降低畜禽粪便微量元素排泄量进行了研究, 许多研究结果关注到了基础日粮微量元素含量。Mohanna 和 Nys(1999, 1998) 研究指出, 降低添加量可以缓解锌、铜超量排泄导致的土壤植物毒性。张春善等(2002) 研究认为, 常规日粮即能满足肉仔鸡对铁的需要, 而张楠(2005) 提出, 在考虑基础日粮含量的基础上确定动物日粮微量元素适宜添加量的思路。总之, 采取一定的营养措施降低微量元素添加量、减少排泄量将是今后的发展趋势。目前国内外关于微量元素适宜添加量的研究主要针对单一元素进行, 综合研究几种元素的极少, 而动物日粮是复合的、且矿物元素之间互作比较复杂, 因此有必要研究几种矿物

元素同时添加时的效果。综上所述, 本研究以基础日粮含量为最低水平, 以 2 倍 NRC(1994) 推荐量为最高水平, 在 0 ~ 3 周龄肉仔鸡饲料中按不同方案同时添加铜 (Cu)、铁 (Fe)、锌 (Zn)、锰 (Mn) 4 种元素, 研究其对 0 ~ 3 周龄肉鸡生产性能及免疫器官发育的影响, 以确定 0 ~ 3 周龄肉鸡日粮铜、铁、锌、锰的适宜添加量, 为科学合理补充微量元素提供依据。

## 1 材料与方法

1.1 试验设计 采用 D- 最优设计, 设 16 种铜、铁、锌、锰添加方案, 以基础日粮中铜、铁、锌、锰的含量为最低添加量, 以 2 倍 NRC(1994) 推荐量为最高添加量。具体添加量的确定按该设计的编码表 “416-A” 确定, 编码表和具体添加量见表 1 和表 2。微量元素的添加形式均为该元素的硫酸盐 (分析纯)。

1.2 基础日粮组成及试验动物 试验基础日粮不添加微量元素预混料, 其日粮组成及营养水平

表 1 D- 最优设计因素水平编码  
表及铜、铁、锌、锰实际添加量

编码值				实际添加量 (mg/kg)			
1	2	3	4	铁	铜	锌	锰
1.685	1.685	1.685	1.784	160	16	80	120
1	1	1	0.644	127.48	12.75	63.74	83.58
0	0	0	-0.008	80	8	40	26.76
-1	-1	-1	-1.494	32.52	3.25	16.26	0
-1.685	-1.685	-1.685		0	0	0	

表 2 铜、铁、锌、锰添加方案 mg/kg

试验号	铁	铜	锌	锰
1	80	8	40	120
2	80	8	40	0
3	32.52	3.25	16.26	83.58
4	12.5	3.25	16.26	83.58
5	32.5	12.57	16.26	83.58
6	127.5	12.75	16.26	83.58
7	32.52	3.25	63.74	83.58
8	32.52	12.75	63.74	83.58
9	127.48	12.75	63.74	83.58
10	160	8	40	26.76
11	0	8	40	26.76
12	80	16	40	26.76
13	80	0	80	26.76
14	80	8	80	26.76
15	80	8	80	26.76
16	80	8	0	26.76

见表 3。按表 2 的添加方案配制 16 种 0.3 % 的微量元素预混料, 加入基础日粮后构成试验日粮。将 1 日龄艾维茵肉鸡健雏 960 只, 随机分成 16 组, 每组 4 个重复, 每重复 15 只。各试验组按随机区组化排布, 组间初始体重经 SPSS 检验差异不显著。

1.3 饲养管理 采用双层全阶梯式笼养。舍温为第 1 周 35 ~ 36 , 以后每周降低 2 , 直至与外界温度相同。光照前 3 天每天 24 h, 第 4 天光照 23 h, 黑暗 1 h, 让鸡适应黑暗, 以后每天光照 16h。第 1 天让鸡只饮水, 第 2 天早晨开始正常饲喂, 采用料盘和小饮水器自由采食和饮水。按照肉鸡标准免疫程序进行免疫。

1.4 测定指标 生产性能: 每日观察鸡只健康状况, 记录死淘鸡数, 每周计算采食量; 1 日龄、21 日龄分别按重复空腹称重, 计算日增重、采食量、饲料转化率及死淘率。

免疫器官发育: 21 日龄早 6 00, 每重复随机取 2 只鸡分别称重、宰杀, 取胸腺、脾脏分别称重, 计算胸腺及脾脏相对重。

1.5 数据处理 试验数据采用 SPSS 软件进行方差分析, 用 Duncan's 新复极差法进行多重比较。

表 3 0 ~ 3 周龄肉鸡基础日粮组成及营养水平

日粮组成	含量	营养水平	含量
玉米 (%)	55.40	代谢能 (MJ/kg)	11.99
豆粕 (%)	29.40	粗蛋白质 (%)	21.00
菜粕 (%)	2.00	钙 (%)	0.88
棉粕 (%)	2.00	总磷 (%)	0.65
玉米蛋白粉 (%)	4.00	有效磷 (%)	0.40
磷酸氢钙 (%)	1.60	赖氨酸 (%)	1.10
油 (%)	2.20	蛋氨酸 (%)	0.46
石粉 (%)	1.14	铜 (mg/kg)	13.7
食盐 (%)	0.30	铁 (mg/kg)	243.1
微量元素预混料 (%)	0.30	锌 (mg/kg)	44.4
其他添加剂预混料 (%)	1.66	锰 (mg/kg)	15.7

注: 1) 基础日粮中不添加微量元素预混料; 2) 基础日粮铜、铁、锌、锰含量为测定值, 其余养分含量为计算值。

## 2 结果分析

2.1 不同铜、铁、锌、锰添加方案对肉鸡生产性能的影响 见表 4。

表 4 不同铜、铁、锌、锰  
添加方案对肉鸡生产性能的影响

组号	日增重 (g/d)	耗料量 (g/d)	料肉比	死淘率 (%)
1	28.44 ± 0.64	57.74 ± 2.71	2.04 ± 0.11	6.67 ± 7.70
2	28.66 ± 0.96	55.35 ± 1.24	1.95 ± 0.07	3.33 ± 8.85
3	29.07 ± 2.78	54.61 ± 2.15	1.89 ± 0.10	1.67 ± 3.33
4	26.39 ± 1.22	54.37 ± 0.46	1.96 ± 0.08	1.67 ± 3.33
5	27.21 ± 2.51	55.44 ± 2.04	1.95 ± 0.13	5.0 ± 3.33
6	27.22 ± 1.03	55.54 ± 1.57	2.06 ± 0.06	1.67 ± 3.33
7	29.19 ± 1.60	55.77 ± 2.74	1.88 ± 0.21	5.0 ± 6.38
8	28.83 ± 1.60	53.99 ± 1.30	1.98 ± 0.08	3.33 ± 8.85
9	30.15 ± 1.39	56.06 ± 1.44	1.82 ± 0.16	1.67 ± 3.33
10	29.21 ± 0.41	54.17 ± 2.05	1.84 ± 0.19	1.67 ± 3.33
11	28.71 ± 0.68	56.43 ± 3.12	1.95 ± 0.11	6.67 ± 5.44
12	28.56 ± 1.28	55.00 ± 2.41	1.90 ± 0.08	3.33 ± 8.85
13	28.33 ± 2.24	54.97 ± 1.49	1.94 ± 0.08	3.33 ± 8.85
14	27.20 ± 1.93	53.08 ± 2.70	1.90 ± 0.10	1.67 ± 3.33
15	27.84 ± 1.81	52.93 ± 0.90	1.84 ± 0.12	0
16	27.50 ± 2.35	55.13 ± 1.89	1.93 ± 0.10	1.67 ± 3.33

由表 4 可知, 不同铜、铁、锌、锰加方案对 0 ~ 3 周龄肉仔鸡日增重、耗料量、料肉比和死淘率均无显著影响 ( $P > 0.05$ ), 说明在本试验基础日粮条

件下是否添加铜、铁、锌、锰及添加量对 0 ~ 3 周龄肉鸡生产性能无显著影响。

2.2 不同铜、铁、锌、锰添加方案对肉鸡免疫器官发育的影响 见表 5。由表 5 可知,不同铜、铁、锌、锰添加方案对 0 ~ 3 周龄肉仔鸡脾脏相对重和胸腺相对重均无显著影响( $P > 0.05$ )。说明在本试验基础日粮条件下是否添加铜、铁、锌、锰及添加量对 0 ~ 3 周龄肉鸡免疫器官发育无显著影响。

表 5 不同铜、铁、锌、锰添加方案  
对肉鸡免疫器官发育的影响 %

组号	脾脏相对重	胸腺相对重
1	0.087 ±0.025	0.403 ±0.089
2	0.088 ±0.023	0.421 ±0.072
3	0.089 ±0.017	0.445 ±0.046
4	0.077 ±0.006	0.474 ±0.101
5	0.092 ±0.012	0.481 ±0.075
6	0.101 ±0.037	0.500 ±0.109
7	0.090 ±0.012	0.521 ±0.142
8	0.091 ±0.019	0.506 ±0.065
9	0.087 ±0.022	0.509 ±0.102
10	0.092 ±0.026	0.495 ±0.123
11	0.090 ±0.018	0.517 ±0.127
12	0.102 ±0.002	0.471 ±0.189
13	0.086 ±0.016	0.476 ±0.091
14	0.108 ±0.017	0.448 ±0.051
15	0.091 ±0.010	0.516 ±0.099
16	0.100 ±0.024	0.535 ±0.060

3 讨论

3.1 铜、铁、锌、锰添加量对肉仔鸡生产性能的影响 国内外许多单一微量元素的研究结果表明,增加添加量对肉鸡生产性能无显著影响。何霆等(1994)在含铜 9.4 mg/kg 肉鸡基础日粮分别添加 10、50、100、200 mg/kg 铜,结果表明,高剂量铜对肉鸡生长无显著影响;Konjufca 等(1997)、申爱华等(2000)也有类似报道;姜俊芳等(2003)报道,日粮铁添加量对前后期肉仔鸡生产性能影响不显著。Bartlett 和 Smith(2002)发现,肉鸡日粮中添加不同水平锌对生长性能影响不显著;刘素杰等(2006)研究发现,不补锌的基础日粮对照组(含锌 22.61 mg/kg)肉仔鸡体重与补锌 25 mg/kg 和 65 mg/kg 试验组相比无显著差异;陈克磷等(1998)报道,高锰未改善 0 ~ 3 周龄肉鸡生长;罗绪刚等(2004)在含锰 23 mg/kg 的玉米-豆粕型基础日粮

中添加 0、60、120、180 mg/kg 4 种添加水平的锰,结果表明,锰水平对 0 ~ 21 日龄肉鸡生长性能及腿病发生率均无显著影响。Bakalli 等(1995)、Pesti 和 Bakalli(1996)、张艳云和孙龙生(1996)、夏中生等(2000)试验表明,125 ~ 250 mg/kg 的高剂量铜有促进肉鸡生长的作用,但这一添加量远远高于营养需要量。本试验结果表明,在 0 ~ 2 倍 NRC(1994)推荐量范围内,不同铜、铁、锌、锰添加量对 0 ~ 3 周龄肉鸡生产性能无显著影响。

3.2 铜、铁、锌、锰添加量对肉仔鸡免疫性能的影响 一般认为,微量元素与提高动物免疫力有关。吴建设等(2002)用半纯合日粮研究表明,铜营养状况显著影响机体免疫功能,铜对免疫功能的作用表现出剂量效应,而达到最佳生长和免疫功能状态对铜的需要量为 11 mg/kg。陈克磷等(1998)研究了在玉米-豆粕型日粮(含 Zn 30 mg/kg)中添加锌 0、40、80 mg/kg 对 4 ~ 6 周龄肉鸡组织锌、免疫器官发育和生产性能的影响,结果发现,不补充锌对试验鸡体重和饲料转化率无显著影响,但腿异常率、羽毛生长不良和死亡率较高,并影响一些消化器官和免疫器官的生长发育,补充 40 mg/kg 锌可以得到改善,但补充 80 mg/kg 影响不显著。本试验结果表明,在 0 ~ 2 倍 NRC(1994)推荐量范围内,不同的铜、铁、锌、锰添加量对 0 ~ 21 日龄肉鸡脾脏和甲状腺发育无显著影响,其原因可能与基础日粮铜、铁、锌、锰含量、试验的添加量及元素间的互作有关。本试验基础日粮含铜 13.7 mg/kg,与吴建设等(2002)的研究结果相比较,基础日粮铜含量能够满足维持最佳免疫状态的需要;周桂莲等(2004)在基础日粮中添加不同水平和来源的锌 [0、60 mg/kg ZnSO<sub>4</sub>·30、60 mg/kg Zn(Met)],结果表明锌对黄羽肉鸡生产性能、血清锌含量和 6 周龄前免疫器官发育无显著影响,且不加锌组试验鸡生长发育正常,认为基础日粮锌含量可能已满足需要;闫素梅等(2002)研究发现,日粮含锌 47.51 ~ 87.61 mg/kg 时,肝脏与胫骨锌浓度相对稳定,生产性能、免疫机能较高,为锌适宜添加水平。本试验基础日粮含锌 44.4 mg/kg,接近上述含量,说明日粮锌基本满足免疫器官发育需要。

3.3 基础日粮铜、铁、锌、锰含量及其需要量 NRC(1994)推荐 0 ~ 3 周龄肉鸡铜、铁、锌、锰需

要量分别为 8、80、40 mg/kg 和 60 mg/kg, 本试验基础日粮含量分别为 13.7、243.1、44.4 mg/kg 和 15.7 mg/kg, 与需要量相比铜、铁超标, 锌满足需要, 锰缺乏。试验结果表明, 基础日粮中的含量能够满足 0~3 周龄肉鸡生长和免疫器官发育的需要。本试验未设空白对照组, 因此, 完全不添加铜、铁、锌、锰是否影响肉鸡生长和免疫器官发育还需试验验证。

#### 4 结论

在铜、铁、锌、锰含量分别为 13.7、243.1、44.4 mg/kg 和 15.7 mg/kg 基础日粮中添加不同水平铜、铁、锌、锰对 0~3 周龄肉鸡生产性能和免疫器官发育无显著影响。

#### 参考文献

- [1] 陈克嶙, 郭荣富, 郭亚东. 实用饲料粮补锌对肉鸡组织锌、免疫器官及生产性能的影响[J]. 畜牧与兽医, 1998, 30(4): 155~157.
- [2] 何霆, 刘汗林, 梁琳, 等. 肉用仔鸡饲料的铜水平[J]. 广东畜牧兽医科技, 1994, 19(2): 1~4.
- [3] 姜俊芳, 张春善, 贾春燕, 等. 铁与维生素 A 及其互作效应对肉仔鸡的生产性能、铁、铜、锰、锌表观利用率的影响[J]. 动物营养学报, 2003, 15(1): 31~37.
- [4] 刘素杰, 于德强, 肖秀娟. 饲料中锌与维生素 A 水平对肉仔鸡生产性能的影响[J]. 饲料工业, 2006, 27(6): 47~50.
- [5] 罗绪刚, 李素芬, 刘彬, 等. 以含锰超氧化物歧化酶基因表达评价肉鸡对不同形态锰源的生物学利用率[J]. 卫生研究, 2004, 33(6): 681~686.
- [6] 申爱华, 朱泽远, 包承玉, 等. 肉鸡后期日粮中添加不同水平铜的饲养效应[J]. 粮食与饲料工业, 2000, 4: 36~37.
- [7] 吴建设, 吴于明, 杨汉春, 等. 微量元素铜影响肉仔鸡免疫功能剂量效应的研究[J]. 动物营养学报, 2002, 14(1): 55~60.
- [8] 夏中生, 覃小荣, 王振权, 等. 饲料高剂量铜对肉鸡生产性能的影响[J]. 广西农业生物科学, 2000, 19(1): 38~41.
- [9] 闫素梅, 郝永清, 史彬林, 等. 日粮锌水平对肉仔鸡组织锌浓度及其生产性能与免疫功能的影响[J]. 饲料工业, 2002, 23(12): 24~27.
- [10] 张春善, 姜俊芳, 张映, 等. 铁和维生素 A 及互作效应对肉仔鸡生产性能、免疫功能与有关酶及激素的影响[J]. 畜牧兽医学报, 2002, 33(6): 544~550.
- [11] 张楠. 蛋鸡 Cu、Fe、Zn、Mn 添加效应的研究: [硕士学位论文] [D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2005.
- [12] 张艳云, 孙龙生. 日粮中添加高剂量铜对肉鸡生长和肝脏、粪铜浓度的影响 (摘要) [A]. 动物营养研究论文集 [C]. 北京: 中国农业大学出版社, 1996. 133.
- [13] 周桂莲, 林映才, 蒋宗勇, 等. 蛋氨酸螯合锌在黄羽肉鸡生产中的应用研究[J]. 饲料工业, 2004, 25(7): 11~14.
- [14] National Research Council. 家禽营养需要 (蔡辉益, 文杰, 杨禄良译). 第九修订版 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1994.
- [15] Bakali R I, Pesti G M, Ragland W L, et al. Dietary copper in excess of nutritional requirement reduces plasma and breast muscle cholesterol of chickens[J]. Poultry Sci, 1995, 74(2): 360~365.
- [16] Bartlett J R, Smith M O. Effects of different levels of zinc on the performance and immune competence of broilers under heat stress [J]. Poultry Sci-

ence, 2003, 82(10): 1580~1588.

- [17] Konjufca V H, Pesti G M, Bakali R I. Modulation of cholesterol levels in broiler meat by dietary garlic and copper[J]. Poultry Science, 1997, 76(9): 1264~1271.
- [18] Mohanna C, Nys Y. Effect of dietary zinc content and sources on the growth, body zinc deposition and retention, zinc excretion and immune response in chickens[J]. British Poultry Science, 1999, 40(1): 108~114.
- [19] Mohanna C, Nys Y. Influence of age, sex and cross on body concentrations of trace elements (zinc, iron, copper and manganese) in chickens[J]. British Poultry Science, 1998, 39(4): 536~543.
- [20] Pesti G M, Bakali R I. Studies on the feeding of cupric sulfate pentahydrate and cupric citrate to broiler chickens [J]. Poultry Science, 1996, 75(9): 1086~1091.

[通讯地址: 陕西省杨凌, 邮编: 712100]

(上接第 20 页)

- [2] 廖玉英, 杨家晃. 日粮代谢能水平对鹅生长性能养分利用率及肉质的影响[J]. 粮食与饲料工业, 2006, 5: 38~40.
- [3] 刘平. 百草素对肉仔鸡脂肪代谢的影响及其作用机制研究: [硕士学位论文] [D]. 北京: 中国农业科学院, 2005.
- [4] 麻艳群, 杨家晃, 夏中生, 等. 不同日粮对广西合浦鹅生产性能及养分代谢的影响[J]. 动物营养学报, 2006, 18(3): 192~196.
- [5] 闵育娜, 侯水生, 高玉鹏, 等. 日粮能量蛋白水平对肉仔鹅胴体性能和血液生化指标的影响[J]. 西北农林科技大学学报, 2005, 33(6): 40~44.
- [6] 孙云子. 不同能量饲料对朗德鹅产肝性能影响的研究: [硕士学位论文] [D]. 武汉: 华中农业大学, 2004.
- [7] 王程. 朗德鹅和溆浦鹅产肝性能与脂肪沉积规律的比较研究: [硕士学位论文] [D]. 武汉: 华中农业大学, 2006.
- [8] 杨凤. 动物营养学 (第二版) [M]. 北京: 中国农业出版社, 1993. 194~195.
- [9] 杨宁. 家禽生产学 (第二版) [M]. 北京: 中国农业出版社, 2002. 289~292.
- [10] 邹志琴, 杨在清. 动物脂肪代谢激素调控分子机理的研究进展[J]. 黄牛杂志, 1998, 24(6): 41~44.
- [11] Brameld J M R, Gilmour S, Buttery P G. Glucose and amino acids interact with hormones to control expression of Insulin-Like Growth Factor-I and Growth Hormone receptor mRNA in cultured pig hepatocytes [J]. J Nutr, 1999, 129: 1298~1306.
- [12] Griffin H D, Whitehead C C. Plasma lipoprotein concentration as an indicator of fatness in broilers. Development and use of a simple assay for plasma very low density lipoprotein[J]. British Poultry Science, 1982, 23: 307~313.
- [13] Harvey S, Scanes C, Howe T. Growth hormone effects on in vitro metabolism of avian adipose and liver tissue [J]. Comp Endocrinol, 1977, 33: 325~328.
- [14] Kzen Y, Bahtiyar C. Effects of sex and protein and energy levels in the diet on the blood parameter of the chukar partridge [J]. British Poultry Science, 2004, 45(2): 290~293.
- [15] Mourot J, Guy G. Role of hepatic lipogenesis in the susceptibility to fatty liver in the goose (Anser anser) [J]. Comp Biochem Physiol, 2000, B130: 227~235.
- [16] Peter V W, Danicke S, Jeroch H. Influence of crude protein and energy content of the diet on the development of chemical carcass composition and abdominal fat pad of French 'label' type chicken [J]. Archiv Fur Geflugel Kunde, 1998, 62(3): 132~140.

[通讯地址: 武汉市, 邮编: 430070]