

有机锰与有机铬对肉鸡生长性能、屠体性状及脂质代谢的影响

乔富强^{1a}, 姚 华^{1b}, 李宏全², 王俊东^{2*}

(1. 北京农学院 a. 科技产业集团, b. 动物科学技术系, 北京 102206; 2 山西农业大学 动物科技学院, 太谷 030801)

摘 要: 选用1日龄健康艾维茵肉仔鸡360只, 随机分为9组, 采用3×3(铬×锰)2因子3水平重复交叉试验设计, 在玉米-豆粕型日粮基础上补充不同水平有机锰(以锰计: 0, 60, 120 mg/kg)与有机铬(以铬计: 0, 400, 600 µg/kg), 以饲喂基础日粮组为对照组, 研究锰与铬2种微量元素对肉鸡生长性能、屠体性状以及3, 5, 7周末血清中总胆固醇(TC)、总甘油三酯(TG)、葡萄糖(Glu)、总蛋白(TP)、总氨基酸(TAA)及尿素氮(BUN)等脂质代谢指标动态变化的影响, 初步探讨二者的互作效应。结果表明: 添加锰、铬及其互作对肉鸡生长性能及屠体性状影响不显著; 添加120 mg/kg 锰或400 µg/kg 铬或二者互作对各阶段肉鸡脂肪代谢指标均表现显著互作效应($P<0.05$ 或 $P<0.01$), 有显著降低肉鸡脂肪沉积的趋势; 锰与铬互作显著改善蛋白质代谢($P<0.05$ 或 $P<0.01$)。

关 键 词: 锰; 铬; 肉鸡; 生长性能; 脂质代谢; 互作

中图分类号 S831.5 文献标识码: A 文章编号: 1002-3186(2007)01-0032-07

Effect of Supplemental Organic Manganese or Chromium on Growth Performance, Carcass Traits and Dynamic Lipid Metabolism Indexes in Broilers

QIAO Fu-qiang^{1a}, YAO Hua^{1b}, LI Hong-quan², WANG Jun-dong^{2*}

(1a. Group of Science Technology and Industry, 1b. Department of Animal Science and Veterinary Medicine, Beijing University of Agriculture, Beijing 102206, China; 2. College of Animal Science and Technology, Shanxi Agricultural University, Taigu 030801, China)

Abstract: The effects of organic manganese (0, 60 and 120 mg/kg) and organic chromium (0, 400 and 600 µg/kg) supplementation to the corn-soybean basal diets on the growth performance and serum concentration of TC, TG, Glu, TP, TAA and BUN in the lipid metabolism of broilers were investigated. The results were as follows: supplemental manganese or chromium had no significant effects on growth performance and carcass traits of broilers ($P>0.05$). Supplemental 120mg/kg manganese or 400 µg/kg chromium or manganese and chromium combination had significant interaction effects on all indexes in lipid metabolism of broilers ($P<0.05$ or 0.01) that showed a tendency to reduce fat deposition. The interaction between manganese and chromium had significant effects on all indexes of protein metabolism ($P<0.05$ or 0.01), that showed significant interaction effects on the protein metabolism.

Key words: organic manganese; organic chromium; broiler; growth performance; carcass traits; lipid metabolism; interaction

收稿日期: 2006-11-10; 修订日期: 2006-12-24

基金项目: 山西省科技攻关项目(项目编号: 021044)

作者简介: 乔富强, 男, 1974年出生, 汉族, 硕士, 研究方向是动物营养, 联系电话: 010-80795034, E-mail: qiaofuqiang@163.com。*通讯作者: 王俊东, wangjd@sxau.edu.cn

锰是动物必需微量元素之一。家禽对锰的吸收率低,对锰耐受力最强,高达 2 000 mg/kg^[1]。NRC (1984) 建议 0~6 周肉鸡应补锰 60 mg/kg。由于集约化饲养和肉鸡快速育成的要求,营养学家指出肉鸡锰的需求量应提高至 120 mg/kg。锰可提高肉鸡生长性能^[2],参与体内脂肪、蛋白质和糖类营养物质代谢。

补铬可增加肌肉沉积,降低脂肪沉积和腹脂率^[3],NRC(1995) 建议补铬 300 μg/kg^[4]。锰与铬可共同促进动物体内糖代谢,并调节脂肪代谢,共同增加动物瘦肉沉积^[5]。

锰是体内多种酶的激活剂,通过酶作用促进蛋白质生物合成,Mg²⁺ 可部分替代 Mn²⁺。Cr³⁺ 与 Mg²⁺ 协同作用启动或增强磷酸葡萄糖变位酶活性,

参与体内糖的有氧氧化。Mg²⁺ 作为中间介质把 Mn²⁺ 与 Cr³⁺ 串联起来,共同加强酶活性。本试验旨在研究有机锰、铬及其互作对肉鸡生长性能、屠体性状及脂质代谢指标动态变化的影响。

1 材料和方法

1.1 试验动物与管理 选用 1 日龄健康艾维茵肉仔鸡 360 只,随机分为 9 组(每组 40 只,设 4 个重复),以玉米-豆粕型日粮为基础日粮,分 0~3 周龄和 4~7 周龄两阶段饲养(见表 1),试验期 7 周。试验鸡自由采食和饮水,使用全塑水槽及食槽,以避免金属离子干扰;常规管理和免疫。

表 1 基础日粮组成和营养水平

Tab. 1 Compositions and nutrient levels of basal diets					
日粮组成	0~3 周	4~7 周	日粮组成	0~3 周	4~7 周
玉米 / %	57.50	60.00	豆粕 / %	31.00	26.67
棉粕 / %	2.00	3.33	菜粕 / %	1.00	2.00
鱼粉 / %	3.00	2.00	磷酸氢钙 / %	1.45	1.33
石粉 / %	1.00	1.11	蛋氨酸 / %	0.23	0.16
赖氨酸 / %	0.01	0.06	食盐 / %	0.27	0.30
豆油 / %	2.00	2.50	微量元素预混料 / %	0.16	0.16
多维预混料 / %	0.38	0.38	合计 / %	100.00	100.00
代谢能 / (MJ·kg ⁻¹)	12.26	12.31	粗蛋白 / %	20.97	19.57

注:多维预混料组成:每千克基础日粮 VA 10 800 IU,VD₃ 2 160 IU,VE 4.6 mg,VK₃ 1.0 mg,VB₁ 0.4 mg;VB₂ 5.0 mg;VB₁₂ 6.0 mg;叶酸 0.1 mg;烟酸 7.0 mg;泛酸 5.0 mg。微量元素预混料组成:每千克基础日粮中添加 Mn 80.00 mg,Zn 75.00 mg,Fe 70.00 mg,Cu 6.50 mg,I 0.40 mg,Se 0.20 mg

1.2 试验设计 采用 3×3(锰×铬)重复交叉试验设计,2 因子共用对照组。

全期添加有机锰或铬:有机锰(Av-Mn80,Mn8.00%)添加水平(以 Mn 计)分别为 0,60,120 mg/kg;有机铬(Cr-Methionine,Cr 0.1%)添加水平(以 Cr 计)分别为 0,400,600 μg/kg,均由美国 Zn-pro 公司惠赠。

1.3 样品采集、制备与分析 分别于第 3,5,7 周末清晨,从每组 4 个重复中随机抽取肉鸡 2 只,空腹心脏采血、离心取血清、分装标记,-20℃ 冰箱中保存备用;第 7 周末屠宰,拭去表面血污,测定活重、屠体重及腹脂重。血清总蛋白(TP)、总氨基酸(TAA)、尿素氮(BUN)用南京建成生物工程研究所生产的试剂盒,分别采用双缩脲法、铜离子络合物法和 Fe-arson 反应法,使用分光光度计进行测定;总甘油三酯(TG)、总胆固醇(TC)和葡萄糖(Glu)使用北京中生物生物工程高技术公司生产的试剂盒,分别采用酶

比色法(GPO-PAP 法)和葡萄糖氧化酶法,使用半自动生化分析仪测定。

1.4 数据统计与处理 运用 SAS 软件编程对试验结果进行 F 值方差分析,差异显著时采用 Duncan s 进行多重比较,以 0.05(差异显著)、0.01(差异极显著)作为差异显著性的判断标准。

2 结 果

2.1 添加锰、铬及其互作对肉鸡生长性能的影响 表 2 表明,添加锰、铬及其互作对肉鸡平均周增重和饲料转化率均未表现显著效应(P>0.05),但添加锰或铬均提高 4~7 和 0~7 周肉鸡平均周增重(分别提高 2.4%~13.17%和 2.8%~7.70%),4~7 周与 0~7 周处理组平均周增重均高于对照组;60 mg/kg 锰、600 μg/kg 铬组 0~7 周平均周增重最高;添加铬可提高肉鸡饲料转化率,添加 400 μg/kg 铬饲料转化率最高。

表 2 添加锰、铬及其互作对肉鸡生长性能的影响(Mean ±SD)

Tab.2 Effects of supplemental manganese and chromium on growth performance of broilers

添加水平		n	周增重/ g			饲料转化率/ (F · G ⁻¹)	
Mn/ (mg · kg ⁻¹)	Cr/ (μg · kg ⁻¹)		0~3 周	4~7 周	0~7 周	0~3 周	0~7 周
0	0	8	157. 16 ±5. 72	451. 32 ±35. 48	324. 06 ±17. 00	1. 50 ±0. 04 ^{ab}	1. 82 ±0. 09
	400	8	143. 14 ±19. 66	481. 32 ±63. 21	333. 02 ±29. 38	1. 63 ±0. 20 ^a	1. 86 ±0. 15
	600	8	159. 12 ±13. 13	462. 05 ±47. 40	325. 89 ±22. 11	1. 48 ±0. 10 ^{ab}	1. 80 ±0. 11
60	0	8	150. 24 ±17. 11	510. 77 ±53. 30	338. 31 ±18. 90	1. 56 ±0. 14 ^{ab}	1. 74 ±0. 09
	400	8	158. 32 ±15. 15	474. 78 ±72. 66	334. 11 ±32. 29	1. 50 ±0. 12 ^{ab}	1. 77 ±0. 16
	600	8	160. 69 ±13. 34	501. 11 ±34. 04	349. 02 ±13. 04	1. 48 ±0. 10 ^{ab}	1. 77 ±0. 16
120	0	8	164. 22 ±10. 55	488. 42 ±76. 24	338. 33 ±32. 21	1. 44 ±0. 08 ^b	1. 75 ±0. 16
	400	8	161. 14 ±6. 18	481. 18 ±40. 25	336. 53 ±17. 85	1. 46 ±0. 04 ^{ab}	1. 75 ±0. 09
	600	8	156. 66 ±9. 48	494. 60 ±33. 60	343. 72 ±20. 52	1. 50 ±0. 08 ^{ab}	1. 72 ±0. 10
0		24	153. 14	464. 90	327. 66	1. 54	1. 82
60		24	156. 42	495. 55	340. 48	1. 51	1. 76
120		24	160. 67	488. 07	339. 52	1. 47	1. 74
	0	24	157. 21	483. 50	333. 56	1. 50	1. 77
	400	24	154. 20	479. 10	334. 55	1. 53	1. 79
	600	24	158. 82	485. 92	339. 54	1. 49	1. 76
P 值	Mn		0. 379 3	0. 351 6	0. 345 6	0. 340 8	0. 179 5
	Cr		0. 682 3	0. 950 4	0. 802 1	0. 639 2	0. 812 7
	Mn * Cr		0. 325 0	0. 795 4	0. 917 0	0. 298 9	0. 982 4

注 :表中同一纵列数据(Mean ±SD) 肩标有不同字母者表示差异显著(*P* < 0. 05 或 *P* < 0. 01) , *代表互作

2. 2 添加锰、铬及其互作对肉鸡屠体性状的影响

表 3 显示 ,添加锰、铬或锰与铬互作对试验期末肉鸡活重、屠体重以及屠宰率等均未产生显著效应(0. 072 0 *P* 0. 916 1) ,但一定程度上均提高肉鸡的体增重。与对照组相比 ,7 周末各试验组肉鸡活重分别提高 0. 53 % ~ 7. 37 % ;肉鸡屠体重分别提高

1. 76 % ~ 10. 59 %。

添加铬对 7 周末肉鸡腹脂重产生显著影响(*P* = 0. 030 7) ,锰或铬对肉鸡腹脂率均未产生显著影响(0. 239 1 *P* 0. 639 4) 。但单独添加 120 mg/ kg 锰使得肉鸡腹脂重降低 16. 5 % ,腹脂率降低 20. 5 %。

表 3 添加锰、铬及其互作对肉鸡屠体性状的影响

Tab.3 Effects of supplemental manganese and chromium on carcass traits of broilers

添加水平		n	7 周末肉鸡屠体性状表现				
Mn/ (mg · kg ⁻¹)	Cr/ (μg · kg ⁻¹)		活重/ g	屠体重/ g	屠宰率/ %	腹脂重/ g	腹脂率/ %
0	0	8	2375. 00 ±119. 02	2125. 00 ±119. 02	89. 46 ±1. 66 ^{ab}	40. 90 ±9. 64 ^{ab}	1. 71 ±0. 36 ^{ab}
	400	8	2437. 50 ±205. 65	2187. 50 ±193. 11	89. 73 ±1. 55 ^{ab}	42. 40 ±22. 18 ^{ab}	1. 70 ±0. 77 ^{ab}
	600	8	2387. 50 ±154. 78	2162. 50 ±143. 61	90. 57 ±1. 10 ^{ab}	57. 02 ±11. 02 ^{ab}	2. 39 ±0. 45 ^a
60	0	8	2475. 00 ±132. 29	2175. 00 ±132. 29	87. 89 ±3. 19 ^b	45. 02 ±8. 14 ^{ab}	1. 82 ±0. 29 ^{ab}
	400	8	2445. 00 ±226. 05	2192. 50 ±221. 11	89. 64 ±2. 25 ^{ab}	41. 50 ±12. 7 ^{ab}	1. 69 ±0. 49 ^{ab}
	600	8	2550. 00 ±91. 29	2350. 00 ±91. 29	92. 16 ±1. 52 ^a	46. 78 ±17. 2 ^{ab}	1. 83 ±0. 67 ^{ab}
120	0	8	2475. 00 ±225. 46	2212. 50 ±188. 74	89. 46 ±2. 57 ^{ab}	34. 15 ±10. 20 ^b	1. 36 ±0. 30 ^b
	400	8	2462. 50 ±125. 00	2187. 50 ±110. 87	88. 84 ±0. 96 ^{ab}	44. 25 ±24. 69 ^{ab}	1. 77 ±0. 94 ^{ab}
	600	8	2512. 50 ±143. 61	2262. 50 ±165. 20	90. 02 ±2. 88 ^{ab}	64. 22 ±6. 54 ^a	1. 84 ±0. 55 ^{ab}

续表 3

添加水平		n	7 周末肉鸡屠体性状表现				
Mn/ (mg · kg ⁻¹)	Cr/ (μg · kg ⁻¹)		活重/ g	屠体重/ g	屠宰率/ %	腹脂重/ g	腹脂率/ %
0		24	2 400. 00	2 158. 33	89. 92	46. 78	1. 93
60		24	2 490. 00	2 239. 17	89. 90	44. 43	1. 78
120		24	2 483. 33	2 220. 83	89. 44	47. 54	1. 66
	0	24	2 441. 67	2 170. 83	88. 94 ^b	40. 02 ^b	1. 63
	400	24	2 448. 33	2 189. 17	89. 40 ^{ab}	42. 73 ^b	1. 72
	600	24	2 483. 33	2 258. 33	90. 92 ^a	56. 01 ^a	2. 02
P 值	Mn		0. 343 8	0. 428 9	0. 817 8	0. 868 0	0. 507 1
	Cr		0. 802 9	0. 368 6	0. 072 0	0. 037 1	0. 239 1
	Mn * Cr		0. 916 1	0. 783 0	0. 456 5	0. 469 6	0. 639 4

注:表中同一纵列数据 (Mean ±SD) 肩标有不同字母者表示差异显著 (P<0. 05 或 P<0. 01), *代表互作

2.3 添加锰、铬及其互作对肉鸡血清总胆固醇 (TC)、总甘油三酯 (TG) 和葡萄糖 (G) 的影响 由表 4 可见添加锰仅对 7 周末血清 TC 含量表现显著效应 (P=0. 001 2)。随饲喂时间延长,添加锰或铬均呈现先升高后下降的趋势。与对照组相比,添加 400 μg/kg 铬 3,5 和 7 周末血清 TC 含量分别降低 4. 15 %、5. 83 %和 1. 22 %;添加 600 μg/kg 铬血清 TC 含量却稍有升高。相同锰水平条件下,随铬添加量增加血清 TC 含量降低;相同铬水平下,随锰添加量增加血清 TC 含量降低。

添加锰对 7 周末血清 TG 含量表现显著影响 (P=0. 000 1),与对照组相比,添加 60 mg/kg 锰和 120 mg/kg 锰血清 TG 含量分别降低 31. 91 %和 55. 32 %。添加铬对 5 周末血清 TG 含量表现显著效应 (P=0. 003 7),TG 含量分别较对照组降低 44. 16 %和 28. 57 %。锰与铬同时添加对 5 周末血清 TG 含量表现显著效应 (P=0. 021 8),7 周末血清 TG 含量明显降低,互作组血清 TG 含量降低 29. 79 %~44. 68 %。随饲喂时间延长,添加锰、铬或二者互作血清 TG 含量均呈现先升高后降低的趋势。

添加锰或铬对 3,7 周末血清 Glu 含量均表现显著影响 (0. 001 4 P 0. 054 5);锰与铬互作对 3,7 周末血清 Glu 含量表现显著效应 (P=0. 026 8, P=0. 012 7),相同锰水平条件下,随铬添加量增加,血清 Glu 含量呈升高趋势;相同铬水平条件下,随锰添加量增加,血清 Glu 含量呈现降低趋势。与对照组相比,添加锰 7 周末血清 Glu 含量分别降低 16. 17 %和 16. 04 %;添加铬 7 周末血清 Glu 含量分别降低 8. 50 %和 26. 58 %;60 mg/kg 锰与 400 μg/kg 铬、600 μg/kg 铬互作组血清 Glu 含量分别降低 18. 15 %和 12. 33 %;120 mg/kg 锰与 400 μg/kg 铬、600 μg/kg 铬互作组血清 Glu 含量明显降低,分别降低 25. 69 %和 21. 28 %。

2.4 添加锰、铬及其互作对肉鸡血清总氨基酸 (TAA)、总蛋白 (TP) 和尿素氮 (BUN) 的影响 由表 5 可见添加锰对 5,7 周末血清 TAA 含量表现显著影响 (P=0. 000 1);3,5,7 周末血清 TAA 含量较对照组提高了 14. 70 %~20. 26 %;添加铬仅对 7 周末血清 TAA 含量表现显著效应 (P=0. 001 2),添加 400 μg/kg 铬 3,5 周末提高血清 TAA 含量 3. 87 %~13. 97 %。相同锰水平条件下,随铬添加量增加 3,5 周末血清 TAA 含量呈降低趋势,7 周末则呈现升高趋势;相同铬水平条件下,随锰添加量增加 3,5,7 周末血清 TAA 含量呈现先下降后升高的 V 型变化。与对照组相比,60 mg/kg 锰 600 μg/kg 铬互作组血清 TAA 含量增加 43. 57 %;120 mg/kg 锰互作组血清 TAA 含量提高 3. 19 %~31. 18 %。

添加锰仅对 7 周末血清 TP 含量表现显著效应 (P=0. 000 2);添加铬对 3,5,7 周末血清 TP 含量均表现显著效应 (0. 000 1 P 0. 033 6);锰与铬互作仅对 5 周末血清 TP 含量表现显著效应 (P=0. 006 8)。单独添加锰血清 TP 含量呈现降低趋势;随饲喂时间延长,血清 TP 含量呈现升高趋势。随饲喂时间延长,添加铬组血清 TP 含量呈先降后升的 V 型变化。锰与铬互作,随饲喂时间延长,仅添加 60 mg/kg 锰 400 μg/kg 铬组血清 TP 含量升高,其余各组均呈现下降趋势。

添加锰或铬对 3,7 周末血清 BUN 含量均表现显著效应 (0. 000 2 P 0. 035 2);锰与铬互作对 3,5,7 周末血清 BUN 含量均表现显著效应 (0. 002 0 P 0. 050 3)。随饲喂时间延长,添加锰血清 BUN 含量呈现升高趋势,添加铬血清 BUN 含量呈现先降低后升高的 V 型变化。锰与铬互作,相同锰水平条件下,随铬添加量增加 3 周末血清 BUN 含量升高,7 周末血清 BUN 含量降低;但均高于对照组;相同铬水平条件下,随锰添加量增加 3,7 周末血清 BUN 含量升高,5 周末血清 BUN 含量降低。

表 4 添加锰、铬及其互作对肉鸡 3、5 和 7 周末血清 TC、TG 和 Glu 含量动态变化的影响
Tab. 4 Effects of supplemental manganese and chromium on dynamic serum TC, TG, Glu of broilers

添加水平			血清总胆固醇/(mmol · L ⁻¹)				血清总甘油三脂/(mmol · L ⁻¹)				血清葡萄糖/(mmol · L ⁻¹)			
Mn/ (mg · kg ⁻¹)	Cr/ (μg · kg ⁻¹)	n	3 周末	5 周末	7 周末	3 周末	5 周末	7 周末	3 周末	5 周末	7 周末	3 周末	5 周末	7 周末
0	0	8	3.37±0.31 ^{ab}	3.6±0.37 ^{ab}	3.29±0.47 ^{bc}	0.43±0.12	0.77±0.28 ^{ab}	0.47±0.31 ^b	11.69±1.42 ^c	11.84±1.62 ^b	15.65±1.37 ^a			
	400	8	3.23±0.52 ^b	3.39±0.59 ^{ab}	3.25±0.50 ^{bc}	0.48±0.11	0.43±0.21 ^d	0.64±0.20 ^a	12.04±0.55 ^c	12.98±2.70 ^{ab}	14.32±1.77 ^{ab}			
	600	8	3.38±0.48 ^{ab}	3.77±0.50 ^{ab}	3.62±0.42 ^b	0.50±0.14	0.55±0.17 ^{bcd}	0.38±0.06 ^{bc}	11.22±1.77 ^c	13.49±0.68 ^{ab}	11.49±0.28 ^c			
60	0	8	4.34±0.73 ^a	3.70±0.14 ^{ab}	4.29±0.63 ^a	0.43±0.09	0.48±0.13 ^{cd}	0.32±0.05 ^{bcd}	15.85±1.87 ^a	11.41±2.17 ^b	13.12±1.26 ^{bc}			
	400	8	3.75±0.74 ^{ab}	3.50±0.26 ^{ab}	3.39±0.16 ^{bc}	0.50±0.14	0.56±0.19 ^{bcd}	0.33±0.12 ^{bcd}	11.12±1.29 ^c	12.70±1.16 ^{ab}	12.81±1.46 ^{bc}			
	600	8	3.02±0.24 ^b	3.67±0.28 ^{ab}	3.28±0.28 ^{bc}	0.54±0.07	0.76±0.12 ^{abc}	0.32±0.06 ^{bcd}	12.69±1.56 ^{bc}	15.50±2.98 ^a	13.72±1.88 ^{ab}			
120	0	8	3.79±1.06 ^{ab}	4.10±0.54 ^a	3.20±0.33 ^{bc}	0.38±0.18	0.62±0.18 ^{bcd}	0.21±0.04 ^a	14.57±1.66 ^{ab}	13.10±1.51 ^{ab}	13.14±1.24 ^{bc}			
	400	8	3.36±0.55 ^{ab}	2.92±0.23 ^b	2.99±0.31 ^{bc}	0.38±0.06	0.37±0.05 ^d	0.26±0.03 ^{cd}	11.53±1.28 ^c	11.21±1.80 ^b	11.63±0.78 ^c			
	600	8	3.16±0.68 ^b	2.89±0.85 ^b	2.78±0.11 ^c	0.51±0.11	0.84±0.16 ^a	0.31±0.07 ^{cd}	13.37±1.54 ^{bc}	12.80±1.54 ^{ab}	12.32±1.85 ^{bc}			
0		24	3.32	3.58	3.39 ^a	0.47	0.58	0.49 ^a	11.64 ^b	12.77	13.82 ^a			
60		24	3.70	3.62	3.65 ^a	0.49	0.60	0.32 ^b	13.22 ^a	13.20	13.21 ^{ab}			
120		24	3.43	3.44	2.99 ^b	0.42	0.61	0.26 ^b	13.16 ^a	12.37	12.36 ^b			
	0	24	3.83 ^a	3.77	3.59 ^a	0.41 ^b	0.62 ^a	0.33	14.03 ^a	12.11 ^b	13.97 ^a			
	400	24	3.44 ^{ab}	3.27	3.21 ^b	0.45 ^{ab}	0.45 ^b	0.41	11.56 ^b	12.29 ^b	12.92 ^{ab}			
	600	24	3.18 ^b	3.44	3.23 ^b	0.52 ^a	0.72 ^a	0.34	12.43 ^b	13.93 ^a	12.51 ^b			
P 值	Mn		0.335 1	0.299 2	0.001 2	0.348 7	0.932 8	0.000 1	0.023 8	0.574 8	0.054 5			
	Cr		0.061 3	0.140 4	0.038 5	0.107 0	0.003 7	0.140 2	0.001 4	0.055 0	0.048 1			
	Mn * Cr		0.355 3	0.258 4	0.026 3	0.891 0	0.021 8	0.053 8	0.026 8	0.180 3	0.012 7			

注：表中同一纵列数据(Mean±SD)肩标有不同字母者表示差异显著(P<0.05 或 P<0.01)，* 代表互作

表 5 添加锰、铬及其交互作用对肉鸡 3,5 和 7 周末血清 TAA,TP 和 BUN 含量动态变化的影响
Tab. 5 Effects of supplemental manganese and chromium on dynamic serum TAA, TP, BUN of broilers

添加水平			血清总氨基酸/(mmol · L ⁻¹)				血清总蛋白/(mmol · L ⁻¹)				血清尿素氮/(mmol · L ⁻¹)			
Mn/ (mg · kg ⁻¹)	Cr/ (μg · kg ⁻¹)	n	3 周末	5 周末	7 周末	3 周末	5 周末	7 周末	3 周末	5 周末	7 周末	3 周末	5 周末	7 周末
0	0	8	195.5±10.1 ^{ab}	177.1±6.46 ^c	181.4±2.06 ^{cd}	37.1±4.68 ^{cd}	46.1±8.90 ^{ab}	55.4±2.42 ^{ab}	20.9±1.83 ^{bc}	22.3±7.81 ^{ab}	15.4±2.21 ^c			
	400	8	203.0±4.03 ^{ab}	201.9±1.85 ^{bc}	170.5±4.25 ^d	59.3±11.12 ^a	36.0±4.63 ^{bc}	60.9±6.29 ^a	26.5±2.29 ^{ab}	19.8±12.2 ^{ab}	24.7±4.47 ^a			
	600	8	176.9±5.45 ^{ab}	172.9±15.4 ^c	176.9±14.30 ^d	45.6±15.49 ^{bc}	42.3±6.61 ^{ab}	50.9±8.89 ^{abc}	19.3±3.33 ^c	14.1±3.40 ^b	17.6±2.09 ^{bc}			
60	0	8	224.2±60.8 ^a	134.7±21.8 ^d	162.0±44.72 ^d	32.7±3.69 ^{cd}	43.2±9.81 ^{ab}	49.7±9.38 ^{abc}	11.9±1.01 ^d	16.9±2.29 ^{ab}	21.2±4.98 ^{ab}			
	400	8	180.1±46.8 ^{ab}	165.8±29.7 ^{cd}	153.8±38.16 ^d	44.5±8.26 ^{bc}	46.3±3.78 ^{ab}	48.9±10.7 ^{bcd}	20.7±2.81 ^{bc}	19.4±5.83 ^{ab}	26.3±0.54 ^a			
	600	8	160.1±59.6 ^b	163.7±17.4 ^{cd}	260.5±32.38 ^a	51.1±13.16 ^{ab}	44.5±11.02 ^{ab}	38.2±3.84 ^{de}	28.1±6.57 ^a	28.1±7.43 ^a	15.6±4.28 ^c			
120	0	8	229.6±52.1 ^a	237.8±23.8 ^a	218.2±15.19 ^{bc}	27.6±1.95 ^d	48.4±3.26 ^a	49.9±9.43 ^{abc}	20.5±3.30 ^{bc}	25.2±9.43 ^{ab}	15.9±3.00 ^{bc}			
	400	8	212.6±17.8 ^a	198.9±23.1 ^{bc}	234.4±24.63 ^{ab}	44.9±2.44 ^{bc}	44.4±7.56 ^{ab}	43.0±4.45 ^{cd}	26.5±7.40 ^{ab}	18.6±4.01 ^{ab}	16.6±4.39 ^{bc}			
	600	8	201.7±12.6 ^{ab}	223.5±43.5 ^{ab}	240.2±26.69 ^{ab}	44.3±2.34 ^{bc}	26.53±4.90 ^c	32.9±2.0 ^c	27.3±2.59 ^a	17.2±1.81 ^{ab}	15.4±1.84 ^c			
0		24	191.78	183.96 ^b	176.29 ^b	47.32 ^a	41.49	55.76 ^a	22.27 ^{ab}	18.73	19.24 ^a			
60		24	188.13	154.73 ^c	192.12 ^b	42.78 ^{ab}	44.68	45.65 ^b	20.25 ^b	21.48	21.04 ^a			
120		24	214.61	220.09 ^a	230.94 ^a	38.94 ^b	39.77	41.93 ^b	24.74 ^a	20.34	15.95 ^b			
	0	24	216.41 ^a	183.22	187.23 ^b	32.44 ^b	45.90 ^a	51.67 ^a	17.78 ^b	21.49	17.51 ^b			
	400	24	198.57 ^{ab}	188.88	186.26 ^b	49.60 ^a	42.25 ^{ab}	50.97 ^a	24.58 ^a	19.26	22.51			
	600	24	179.55 ^b	186.69	225.86 ^a	46.99 ^a	37.78 ^b	40.69 ^b	24.90 ^a	19.81	16.22 ^b			
P 值														
Mn			0.194 5	0.000 1	0.000 1	0.072 4	0.253 0	0.000 2	0.035 2	0.627 9	0.003 8			
Cr			0.074 1	0.837 5	0.001 2	0.000 1	0.033 6	0.001 0	0.000 2	0.720 2	0.000 3			
Mn × Cr			0.657 1	0.024 8	0.001 2	0.236 4	0.006 8	0.402 8	0.002 0	0.050 3	0.025 4			

注:表中同一纵列数据(Mean±SD)肩标有不同字母者表示差异显著(P<0.05 或 P<0.01=,* 代表互作

3 讨论

3.1 添加锰、铬及其互作对肉鸡生长性能和屠体性状的影响 本试验在基础日粮中添加有机微量元素螯合锰进行试验,试验期末处理组肉鸡体重均高于对照组;添加 120 mg/kg 锰组肉鸡 0~3 周平均周增重最大,60 mg/kg 锰组 4~7 周肉鸡周增重最大,0~7 周平均周增重均高于对照组,但添加不同水平锰组间周增重差异不显著。添加 60 mg/kg 或 120 mg/kg 锰组饲料转化率均低于对照组,未提高整个试验期饲料转化率,可能与环境、锰源及补锰剂量等有关。

本试验证实日粮补锰可提高肉鸡体重增重,但未表现显著效应。本试验证实,一般饲养条件下,添加铬对肉鸡生长性能无显著影响。但添加 400 $\mu\text{g/kg}$ 铬组肉鸡活重、周增重及饲料转化率最高,与王俊东等(2003)报道基本一致;60 mg/kg 锰 600 $\mu\text{g/kg}$ 铬互作组肉鸡平均周增重最高,生长性能趋于最佳,原因可能是微量元素锰与铬互作较为适宜的剂量配比使得肉鸡的生长性能表现出一定的优势。

3.2 添加锰、铬及其互作对肉鸡脂质代谢的影响

脂肪代谢是机体内一个庞大而复杂的系统。本试验证实,随锰或铬添加时间的延长,血清 TC、TG 以及 Glu 含量较对照组显著降低,说明长期添加锰或铬对肉鸡脂质代谢的影响更为有效;随锰和铬添加时间的延长,血清 TAA、TP、BUN 含量均呈现先下降后升高的趋势,更加证实有机锰与铬的添加对肉鸡脂质代谢的影响是一个长期的过程。

锰增加胰腺 细胞胰岛素的合成,促进胰岛素分泌,刺激氨基酸的摄取和蛋白质合成以及葡萄糖的利用^[7],从而刺激葡萄糖氧化成 CO_2 。低分子量铬结合蛋白紧紧地结合 4 个 Cr^{3+} ,形成胰岛素受体酪氨酸激酶激活位点^[8],增加组织对胰岛素受体的敏感性,导致细胞对葡萄糖的摄入增加^[9],从而进一步诱导肉鸡机体脂质代谢过程的加强,血清 TC、TG 以及 Glu 的动员和消耗进一步加强。因此,笔者推测,有机锰或铬的单独添加或互作对肉鸡脂肪的动员加强,相应增加机体内环境蛋白质的合成加强。这一点在本试验其他血清指标中得到证实,随锰与铬的添加时间的延长,血清 TAA、TP 以及 BUN 的含量升高,显示肉鸡蛋白质的合成显著提高,与 Sahin K 报道基本一致^[10]。蛋白质的合成增加也相应增加 Glu 的利用率^[11],从而影响肉鸡碳水化合物代谢和脂质代谢^[12]。因此,笔者认为,锰与铬在促进胰岛素分泌方面存在互作效应,并能够改

善肉鸡蛋白质合成^[13],其机理尚需进一步探讨和证实。

4 结论

基础日粮中添加锰与铬,提高肉鸡周增重、饲料转化率、屠体重、净重和屠宰率。添加 120 mg/kg 锰或添加 60 mg/kg 锰与 600 $\mu\text{g/kg}$ 铬在生长性能和屠体性状上优势明显。锰与铬的添加或补充显著影响肉鸡脂质代谢的多数指标,并呈现互作效应。在整个生长期添加锰或铬,有利于改善肉鸡脂质代谢,促进脂肪组织的代谢的同时加强蛋白质的合成。

参考文献:

- [1] 王俊东,李敬玺. 食品营养学(第2版)[M]. 北京:中国农业出版社,1999:120-133
- [2] 苗青,朱晓悦,李芳侠. 锰与心血管疾病[J]. 国外医学地理分册,2002,23(1):26-27
- [3] Boleman S L. Effect of chromium picolinate on growth, body composition, and tissue accretion in pigs[J]. J Anim Sci, 1995, 73: 2033-204
- [4] National Research Council. Nutrient requirement of the laboratory rat. In: Nutrient Requirements of Laboratory Animals [M]. 4 revised edition. Washington D C: National Academy of Sciences, 1995
- [5] 李千军译. 有机铬和锰增加动物瘦肉沉积[J]. 动物科学与动物医学,1994,11(2):33-35
- [6] 王俊东,杜荣,秦健,等. 酵母铬与 L-肉碱对肉鸡生长性能及脂质代谢的影响[J]. 畜牧兽医学报,2003,34(1):9-16
- [7] Colgan, M. Chromium boosts insulin efficiency[M]. In: Optimum Sports Nutrition. New York: Advanced Research Press, 1993: 313-320
- [8] Vincent, J B. The biochemistry of chromium[J]. J Nutr, 2000, 130: 715-718
- [9] Sands J S and Smith M O. Effect of dietary manganese proteinate or chromium picolinate supplementation on plasma insulin, glucagon, glucose and serum lipids in broiler chickens reared under thermoneutral or heat stress conditions[J]. International Journal of Poultry Science, 2002, 1 (5): 145-149
- [10] Sahin K, Sahin N, Onderci M, et al. Optimal dietary concentration of chromium for alleviating the effect of heat stress on growth, carcass qualities, and some serum metabolites of broiler chickens[J]. 2002, 89(1): 53-64
- [11] Cupo, M A & Donaldson, W E. Chromium and vanadium effects on glucose metabolism and lipid synthesis in the chick[J]. Poult Sci, 1987, 66: 120-128
- [12] Kr liczewska B, Zawadzki W, Dobrzanski Z et al. Changes in selected serum parameters of broiler chicken fed supplemental chromium[J]. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 2004, 88: 393
- [13] 罗绪刚,郭艳丽,刘彬,等. 饲粮铬对 0~3 周龄肉鸡生长、血清生化特性和免疫功能的影响[J]. 畜牧兽医学报,1999,30(6): 481-489