

肉仔鸡铜需要量的研究

周桂莲 韩友文 杜忠亮

(东北农业大学动物科学系, 哈尔滨, 150030)

摘要 为研究肉仔鸡对铜的需要量, 进行了此试验。试验采用三重二因子试验设计, 研究不同性别、不同生长发育阶段肉仔鸡对铜的需要量。试验用1日龄AA肉仔鸡396只, 公母各半, 按体重等级随机分组, 每组11只, 共36组。采用玉米—豆饼型基础日粮, 试验期共8周, 分3个阶段进行; 各阶段日粮中铜(mg/kg)、代谢能(MJ/kg)、粗蛋白质(%)的含量如下: 1~2周, 4.57、13.08、20.41; 3~6周, 4.29、13.25、19.04; 7~8周, 3.99、13.42、17.57。以硫酸铜为外加铜源, 补铜水平分别为0、2、4、6、8mg/kg。试验结果表明: 根据最佳生产性能反应组, 公、母肉仔鸡3个生长发育阶段对铜的需要量分别为(mg/kg, 以日粮含铜浓度表示, 下同): 8.57和8.57, 8.29和8.29, 5.99和11.99; 以组织铜浓度为评价指标, 得到3个生长发育阶段公、母肉仔鸡日粮铜的适宜量分别为(mg/kg), 8~9和8~10, 8~10和8~10, 8~11和9~11; 以体铜沉积率为评价指标, 得到的需要量分别为(mg/kg): 6.57和8.57, 8.29和8.29, 11.99和9.99。综合分析各指标得到的数据可知, 不同生长发育阶段公、母肉仔鸡对铜的需要量基本一致。根据本试验结果, 推荐铜给量分别为: 1~2周, 9mg/kg; 3~6周, 9mg/kg; 7~8周, 10mg/kg。

关键词 铜 需要量 肉仔鸡

铜是动物体必需的微量元素之一。一系列研究表明, 铜是机体一些重要酶的组成成分, 具有参与机体被毛色素和血红蛋白的合成、影响糖代谢、维持心血管结构完整等功能。铜的这些功能直接影响动物的生命活动, 且不能为其他任何元素所替代。

本研究以组织铜含量、铜沉积率及生产性能反应作为评价依据, 研究在合理的饲养管理条件下, 肉仔鸡不同性别、不同生长发育阶段对微量元素铜的需要量, 为我国动物营养领域的研究和生产实践提供参数。

1 材料和方法

1.1 试验设计

本试验以硫酸铜为代表进行研究, 试鸡公、母分开饲养。铜以5个水平添加, 每个水平设3重复。试验设计详见表1。

1.2 日粮组成

3个阶段的基础日粮组成及各项营养指标见表2, 除铜外其它营养指标符合NRC(1994)

收稿日期: 1995-10-16

标准。

1.3 试验动物及其饲养管理

试验用1日龄AA(Arbor Acres)商品肉仔鸡430只。鉴别雌雄后,选活泼健康者,按体重等级随机分组,具体分组方法按试验设计进行。试验期56天。笼养,自由采食粉料,自由饮水,

表1 试验设计

Table 1. Experiment of design

	B+0	B+2	B+4	B+6	B+8
公鸡 Male broilers	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5
母鸡 Female broilers	F-1	F-2	F-3	F-4	F-5

①B=基础日粮,0、2、4、6、8指外加硫酸铜的mg/kg数;

②M=♂,F=♀,M-1~6及F-1~6为处理组代号;

③各试验阶段试鸡数量:第一阶段(I)1~2周龄,每重复11只;第二阶段(II)3~4周龄,每重复7只,5~6周龄,每重复5只;第三阶段(III)7~8周龄,每重复3只

表2 基础日粮组成及营养指标

Table 2. Composition and nutrient level of basic diets

日粮成分	基础日粮组成(%)			项 目	营养指标		
Ingredient	Composition basic diets			Items	Nutrient level		
	I	II	III		I	II	III
去皮玉米 Dehulled corn grain	59.84	63.00	66.00	代谢能 ME(MJ / kg)	13.08	13.25	13.42
玉米蛋白粉 Corn gluten meal	3.00	3.00	2.00	粗蛋白 CP(%)	20.41	19.04	17.57
鱼粉 Fish meal	6.00	5.00	4.00	蛋氨酸 Met(%)	0.54	0.46	0.42
豆饼粉 Soybean meal	21.00	19.00	18.00	赖氨酸 Lys(%)	1.27	1.07	0.98
玉米淀粉 Corn starch	5.00	4.50	4.00	钙 Ca(%)	1.08	1.04	1.00
石粉 Ground limestone	1.40	1.40	1.40	有效磷 AP(%)	0.53	0.50	0.47
磷酸氢钙 CaHPO ₄	1.20	1.20	1.20	铜 Cu(mg / kg)	4.57	4.29	3.99
蛋氨酸 DL - methionine	0.16	0.10	0.10	植酸 Phytic acid(%)	0.14	0.14	0.14
赖氨酸 Lysine HCl	0.10	0.00	0.00				
植物油 Plant oil	1.00	1.50	2.00				
食盐 Salt	0.40	0.40	0.40				
氯化胆碱 Choline chloride (50%)	0.10	0.10	0.10				
V - Premix	0.12	0.12	0.12				
M - Premix	0.20	0.20	0.20				

①表中铜含量为实测值,其它指标为计算值;

②基础日粮组成用硫酸铜和沸石补足到100%;

③M-Premix指微量元素添加剂预混料,自配,不含铜,其组成为(%): MnSO₄·4H₂O 10.99; ZnSO₄·7H₂O 9.80; FeSO₄·7H₂O 6.21; KI 0.44; Na₂SeO₃ 0.30; 沸石 72.26;

④V-Premix为维生素添加剂预混料,购于东北农业大学饲料添加剂厂。其组成为(每公斤含量): VA 675万IU; VD₃ 135万IU; VE 2250IU; VK₃ 625mg; VB₁ 250mg; VB₂ 1875mg; VB₁₂ 3.75mg; 烟酸 4.375g; 泛酸钙 3.125g; 叶酸 62.5mg

其它按肉仔鸡常规饲养操作规程进行。进雏当天屠鸡制备 0 对照样。2、4、6、8 周的前一天 22:00 断料供水,第二天 8:30 称重后屠宰(4 周末不屠宰),并统计耗料量。

1.4 测定项目及仪器

1.4.1 测定项目

- (1)每阶段末进行称重,统计耗料量,计算饲料效率。
- (2)0 对照样品测定肝脏、羽毛、鸡空体的含铜浓度,卵黄囊单独制样测铜。
- (3)每阶段末进行屠宰取样,测肝脏、羽毛、鸡空体含铜量。屠宰鸡选健康的体重具有代表性的,每处理屠宰两只。
- (4)饲料原料含铜量。

1.4.2 计算方法

- (1)阶段耗料增重比 = 阶段耗料(g) / 阶段增重(g);
- (2)体铜沉积率(%) = $\frac{\text{结束时鸡空体总铜量}(\mu\text{g}) - \text{开始时鸡空体总铜量}(\mu\text{g})}{\text{试验期采食铜量}(\mu\text{g})} \times 100\%$;
- (3)卵黄囊总含铜量,在计算时从鸡空体铜量减去,加入采食总铜量中。

1.4.3 仪器

样品消化后用 Pekin - Elmer ICP - 6500 型等离子发射光谱仪测铜,羽毛用快速消化器进行湿消化,其它样品用茂福炉进行干消化。

1.5 样品采集和制备

1.5.1 饲料原料样品的采集

饲料原料按试验期的总用量一次购入,采样后粉碎,过 60 目筛,放入洁净塑料袋中,备消化测铜。

1.5.2 肝脏样品的采集

试鸡称重后,使其窒息而死,称死鸡重,开膛,小心取出肝脏,去除胆囊及附带结缔组织,用生理盐水冲洗,称鲜肝重,装入编号塑料袋封存,备以后干消化测铜。

1.5.3 羽毛样品的采集

取翼羽 2g 左右,用洗衣粉水去污,再分别用自来水、蒸馏水和去离子水冲洗,于 65℃ 烘箱中烘干,回潮后称风干样品重,装入编号塑料袋封存,备以后湿消化测铜。

1.5.4 鸡空体样的采集

上述样品取完后,清除消化道内容物,称鸡空体重,将鸡体剪成大块,再用绞肉机绞碎,混匀后用四分法采 300g 左右样品,放入编号塑料袋封存,备以后消化测铜。

1.5.5 肝脏、鸡空体、饲料原料、卵黄囊样品的制备

以上样品采用干消化法进行消化。肝脏放入洁净器皿中,剪碎,混匀。肝脏、鸡空体、饲料原料均匀取样适量,放入坩埚中,炭化后在 600℃ 茂福炉中灰化至样品完全变成灰白色粉末(其间加适量浓硝酸)。用 1% 盐酸溶解、定容并过滤后测铜。卵黄囊为全样消化。

1.5.6 羽毛样品的制备

用湿消化法进行消化。取羽毛适量,剪成几段,放入快速消化器的消煮器内,加浓硝酸 30ml,煮沸煮至液体澄清,取下冷凝管使酸挥发至液体只剩下 0.5ml 左右,用去离子水定容并

过滤后,测铜。

2 试验结果

2.1 生产性能

日粮铜水平对不同性别不同生长发育阶段肉仔鸡的生产性能影响见表3。

1~2周龄:日粮铜水平对公母鸡生产性能的影响,只有母鸡的日增重表现出显著性差异($P < 0.05$),且B+0、B+4、B+8组间差异不显著,但显著高于B+2和B+6组;其他指标各处理间差异不显著($P > 0.05$)。经观察,各组鸡均没有表现出铜缺乏症。可见,B+0组铜水平(4.57mg/kg)足以满足肉仔鸡生长发育的需要,但综合起来看,公母鸡生产性能最佳的是B+4组。所以,公母鸡的最适日粮铜水平为8.57mg/kg。

表3 不同性别不同生长发育阶段肉仔鸡的生产性能

Table 3. Performance of female and male broilers during three growing stages

	性别 Sex	B+0	B+2	B+4	B+6	B+8
1~2周 1~2 Weeks						
采食量(g/d)	♀	27.7 ^a ± 0.4	27.5 ^a ± 1.2	28.0 ^a ± 0.9	26.3 ^a ± 0.9	28.7 ^a ± 0.8
Average daily feed intake	♂	27.0 ^a ± 0.9	25.9 ^a ± 1.6	27.8 ^a ± 0.7	28.1 ^a ± 0.7	26.1 ^a ± 1.1
日增重(g/d)	♀	19.3 ^{ab} ± 0.3	18.3 ^b ± 0.1	19.6 ^{ab} ± 0.7	18.4 ^b ± 0.6	20.2 ^a ± 0.4
Average daily gain	♂	18.9 ^a ± 0.5	18.8 ^a ± 0.5	19.6 ^a ± 0.7	19.1 ^a ± 0.5	18.8 ^a ± 0.7
耗料增重比(g/g)	♀	1.4 ^a ± 0.1	1.5 ^a ± 0.1	1.4 ^a ± 0.1	1.4 ^a ± 0.1	1.4 ^a ± 0.1
Feeds / gain	♂	1.4 ^a ± 0.1	1.4 ^a ± 0.1	1.4 ^a ± 0.1	1.5 ^a ± 0.02	1.4 ^a ± 0.02
3~6周 3~6 Weeks						
采食量(g/d)	♀	93.6 ^{AB} ± 1.8	91.7 ^B ± 1.9	96.5 ^{AB} ± 1.7	98.9 ^{AB} ± 1.5	99.1 ^{AB} ± 1.0
Average daily feed intake	♂	106.7 ^a ± 0.6	105.3 ^a ± 2.0	109.5 ^a ± 5.1	104.9 ^a ± 2.0	102.9 ^a ± 3.8
日增重(g/d)	♀	46.9 ^a ± 1.1	46.4 ^a ± 1.3	50.0 ^a ± 0.4	49.4 ^a ± 0.9	47.9 ^a ± 0.6
Average daily gain	♂	54.0 ^{AB} ± 0.6	52.5 ^{AB} ± 0.4	56.6 ^A ± 2.7	52.1 ^{AB} ± 1.4	48.0 ^B ± 1.7
耗料增重比(g/g)	♀	2.0 ^{ab} ± 0.02	2.0 ^{ab} ± 0.1	1.9 ^b ± 0.03	2.0 ^{ab} ± 0.04	2.1 ^a ± 0.01
Feeds / gain	♂	2.0 ^B ± 0.01	2.0 ^B ± 0.03	1.9 ^B ± 0.03	2.0 ^B ± 0.02	2.2 ^A ± 0.1
7~8周 7~8 Weeks						
采食量(g/d)	♀	122.2 ^a ± 8.1	139.2 ^a ± 2.7	130.0 ^a ± 4.3	128.8 ^a ± 7.9	137.0 ^a ± 10.4
Average daily feed intake	♂	143.0 ^{ab} ± 9.8	121.7 ^b ± 2.9	159.1 ^a ± 9.0	120.7 ^b ± 4.9	124.6 ^{ab} ± 7.9
日增重(g/d)	♀	33.3 ^a ± 7.5	44.9 ^a ± 4.2	40.9 ^a ± 4.9	40.3 ^a ± 4.5	32.1 ^a ± 6.5
Average daily gain	♂	41.0 ^a ± 7.4	22.9 ^a ± 5.6	34.0 ^a ± 4.1	23.9 ^a ± 0.4	42.4 ^a ± 6.8
耗料增重比(g/g)	♀	4.0 ^a ± 0.9	3.2 ^a ± 0.3	3.3 ^a ± 0.3	3.2 ^a ± 0.2	4.3 ^a ± 0.6
Feeds / gain	♂	3.7 ^a ± 0.6	6.2 ^a ± 1.8	4.8 ^a ± 0.7	6.1 ^a ± 1.5	3.1 ^a ± 0.4

①各阶段试验鸡数 n: 1~2周龄鸡数 $n_1 = 11$, 3~4周龄 $n_2 = 7$, 5~6周龄 $n_3 = 5$, 7~8周龄 $n_4 = 3$, 3~6周龄 $n_5 = n_2 + n_3$;

②字母相同者为差异不显著,不同者为差异显著,大写字母显著水平为0.01,小写字母为0.05,表中数据为 $\bar{X} \pm SE$,下同

3~6 周龄:日粮铜水平对母鸡的采食量($P < 0.01$)、耗料增重比($P < 0.05$)有显著影响,对公鸡的日增重、耗料增重比影响极显著($P < 0.01$),对母鸡日增重、公鸡采食量影响不显著($P > 0.05$)。由此可见,对于 3~6 周龄的肉仔鸡,B+0 组的铜水平(4.29mg/kg)足够其生长所需。但 B+4 组生产性能测值最佳,因此,最适铜水平为 8.29mg/kg。

7~8 周龄:日粮铜水平对公母鸡各生产性能指标的影响,除公鸡的采食量表现出显著差异($P < 0.05$)外,其他指标均不显著($P > 0.05$)。但以生产性能指标为评定标准,公鸡 B+8 组(铜水平为 11.99mg/kg)、母鸡 B+2 组(铜水平为 5.99mg/kg)为最佳。

整个试验期死鸡多在 1~2 周龄(死亡率 5%),主要原因为白痢病致死。

2.2 组织器官中铜浓度

试验结果见表 4。

将各阶段试鸡的空体、羽毛、肝脏铜浓度与日粮铜水平进行二次响应面回归分析,得到二次回归方程 $Y = b_0 + b_1X + b_2X^2$,各项的系数及其显著性和最大值点,见表 5。

表 4 不同性别不同生长发育阶段试鸡肝脏、羽毛、鸡空体铜浓度

Table 4. Copper concentrations in liver, feather and empty body of female and male broilers during three growing stages

	性别 Sex	B+0	B+2	B+4	B+6	B+8
二周末 The end of 2 weeks						
肝脏 Liver (mg/kg)	♀	7.7 ^a ± 0.01	7.8 ^a ± 0.01	8.2 ^a ± 0.03	8.1 ^a ± 0.02	7.3 ^a ± 0.17
	♂	7.7 ^a ± 0.03	7.9 ^a ± 0.01	8.5 ^a ± 0.1	8.1 ^a ± 0.1	7.9 ^a ± 0.1
羽毛 Feather (mg/kg)	♀	21.0 ^B ± 1.1	25.4 ^B ± 0.3	36.4 ^A ± 0.2	38.3 ^A ± 0.2	19.5 ^B ± 0.1
	♂	20.5 ^{BC} ± 0.2	24.8 ^{ABC} ± 0.1	31.0 ^{ABC} ± 0.1	35.7 ^{AB} ± 0.7	17.1 ^C ± 0.03
鸡空体 Empty body (mg/kg)	♀	1.4 ^B ± 0.01	1.7 ^B ± 0.1	1.9 ^B ± 0.01	2.0 ^B ± 0.02	1.8 ^B ± 0.01
	♂	1.5 ^B ± 0.01	1.7 ^B ± 0.02	1.6 ^B ± 0.01	1.7 ^B ± 0.01	1.7 ^B ± 0.01
六周末 The end of 6 weeks						
肝脏 Liver (mg/kg)	♀	6.6 ^B ± 0.01	6.2 ^B ± 0.01	6.9 ^B ± 0.1	7.5 ^{AB} ± 0.01	8.4 ^{AB} ± 0.01
	♂	5.7 ^a ± 0.1	6.4 ^a ± 0.1	8.0 ^B ± 0.2	6.1 ^a ± 0.02	5.7 ^a ± 0.1
羽毛 Feather (mg/kg)	♀	12.9 ^{CD} ± 0.01	14.6 ^{BC} ± 0.1	7.9 ^{AB} ± 0.01	10.0 ^D ± 0.1	12.2 ^{CD} ± 0.1
	♂	12.0 ^B ± 0.04	17.6 ^{AB} ± 0.3	14.3 ^{AB} ± 0.2	14.1 ^{AB} ± 0.1	14.6 ^{AB} ± 0.01
鸡空体 Empty body (mg/kg)	♀	1.0 ^C ± 0.02	1.3 ^{BC} ± 0.02	1.4 ^B ± 0.01	1.4 ^B ± 0.02	1.5 ^B ± 0.02
	♂	1.1 ^c ± 0.01	1.2 ^{bc} ± 0.02	1.2 ^b ± 0.01	1.3 ^b ± 0.01	1.3 ^b ± 0.01
八周末 The end of 8 weeks						
肝脏 Liver (mg/kg)	♀	7.5 ^B ± 0.01	9.3 ^A ± 0.01	9.6 ^A ± 0.01	9.9 ^A ± 0.01	9.3 ^A ± 0.1
	♂	7.0 ^a ± 0.08	8.0 ^a ± 0.1	9.6 ^a ± 0.05	9.4 ^a ± 0.02	8.7 ^a ± 0.1
羽毛 Feather (mg/kg)	♀	13.0 ^B ± 0.01	13.7 ^B ± 0.02	14.65 ^B ± 0.01	10.82 ^B ± 0.1	12.6 ^B ± 0.1
	♂	12.9 ^a ± 0.1	12.3 ^a ± 0.1	12.22 ^a ± 0.06	28.33 ^b ± 1.4	15.2 ^a ± 0.4
鸡空体 Empty body (mg/kg)	♀	1.3 ^C ± 0.01	1.6 ^{BC} ± 0.01	1.7 ^{BC} ± 0.01	1.9 ^B ± 0.01	1.8 ^B ± 0.01
	♂	1.3 ^C ± 0.01	1.6 ^B ± 0.01	1.8 ^B ± 0.01	1.7 ^B ± 0.01	1.7 ^B ± 0.01

肝脏、鸡空体为鲜重基础,羽毛为风干重基础

1~2 周龄: 日粮铜水平对试鸡羽毛铜浓度影响极显著 ($P < 0.01$), 对肝脏和鸡空体铜浓度影响不显著 ($P > 0.05$)。利用二次响应面回归分析, 我们得到关于羽毛、肝脏、鸡空体铜浓度与日粮铜水平的二次回归方程, 见表 5。从分析所得到的 X_{Max} 可知, 以组织铜浓度为评价依据时, 1~2 周龄公、母肉仔鸡日粮最适铜水平分别为 8~9mg/kg 和 8~10mg/kg。

3~6 周龄: 日粮铜水平对肝脏、羽毛、鸡空体铜浓度有显著影响 ($P < 0.05$)。对肝脏、羽毛、鸡空体铜浓度与日粮铜水平进行二次响应面回归分析, 结果见表 5, 从分析得到的 X_{Max} 可知, 对于 3~6 周龄公母肉仔鸡, 以组织铜浓度为指标时, 日粮铜的适宜水平为 8~10mg/kg。

7~8 周龄: 日粮铜水平对羽毛、鸡空体铜浓度影响显著 ($P < 0.05$), 对肝脏铜浓度影响不

表 5 各阶段肉仔鸡空体、羽毛、肝脏中铜浓度对日粮铜浓度的二次响应面回归分析

Table 5. Quadratic regression of liver Cu, feather Cu and empty body Cu on dietary Cu for female and male broilers during three growing stages

	性别 Sex	b_0	b_1	b_2	显著性 Significance	X_{Max}
二周末 The end of 2 weeks						
空体	♂	—	—	—	—	—
Empty body	♀	0.270	0.325	-0.016	*	10.2
肝脏	♂	5.650	0.575	-0.032	NS	9.1
Liver	♀	5.615	0.610	-0.037	NS	8.2
羽毛	♂	-31.061	14.643	-0.842	*	8.7
Feather	♀	-40.785	17.419	-0.987	*	8.8
六周末 The end of 6 weeks						
空体	♂	0.842	0.071	-0.003	**	10.5
Empty body	♀	0.413	0.170	-0.007	**	10.4
肝脏	♂	0.373	1.664	-0.101	NS	8.2
Liver	♀	7.992	-0.561	0.049	*	8.8
羽毛	♂	6.115	2.193	-0.127	NS	8.6
Feather	♀	4.730	2.787	-0.186	NS	7.5
八周末 The end of 8 weeks						
空体	♂	0.325	0.309	-0.017	**	9.3
Empty body	♀	0.605	0.221	-0.010	**	11.2
肝脏	♂	1.409	1.745	-0.095	*	9.2
Liver	♀	2.748	1.557	-0.084	**	9.3
羽毛	♂	-0.760	3.531	-0.156	NS	11.3
Feather	♀	11.721	0.582	-0.048	NS	8.1

①方程 $Y = b_0 + b_1X + b_2X^2$ 中 Y (mg/kg) 指组织(空体、肝脏、羽毛)中铜浓度, X (mg/kg) 指日粮铜浓度;

② X_{Max} 指组织铜浓度最大时对应的日粮铜浓度(mg/kg);

③二周末的公鸡空体铜浓度与日粮铜浓度的回归完全失拟;

④表中 * 差异显著, ** 差异极显著, NS 差异不显著

显著。通过二次响应面回归分析,得到三者对日粮铜水平的二次回归方程,见表5。综合评价3个最大值点可得出7~8周龄公母肉仔鸡日粮铜的适宜量为9~11mg/kg和8~11mg/kg。

2.3 体铜沉积率

试验结果详见表6。

1~2周龄:日粮铜水平对母鸡体铜沉积率有极显著的影响($P < 0.01$),其中B+4和B+6组极显著地高于其它组,但B+4组和B+6组间差异不显著。日粮铜水平对公鸡体铜沉积率影响不显著($P > 0.05$)。但从各测值来看,B+2组最高。因此,对于1~2周龄肉仔鸡,以空体铜沉积率为评价指标时,公、母鸡日粮铜最适水平分别为6.57和8.57mg/kg。

3~6周龄:日粮铜水平对母鸡体铜沉积率影响极显著($P < 0.01$),B+2、B+4、B+6、B+8组极显著高于B+0组,但对公鸡体铜沉积率影响不显著。综合起来看,对于3~6周龄的肉仔鸡,日粮铜水平以B+4组(8.29mg/kg)的为最佳。

7~8周龄:日粮铜水平对体铜沉积率有显著影响($P < 0.05$),母鸡以B+6组显著地高于其它组,公鸡以B+8组显著高于其它组。所以,以体铜沉积率为评价指标时,7~8周龄公、母肉仔鸡日粮铜最适水平分别为11.99和9.99mg/kg。

3 分析和讨论

有关家禽对铜的需要量的研究报道较多,但因家禽的品种、饲养目的、研究条件和方法、评定指标、饲料背景以及日粮中铜的生物效价等方面的差别,致使研究结果大相径庭。本试验的研究结果如表7。

由试验结果来看,以生产性能为评价依据得到肉仔鸡对铜的需要量6周前公母鸡无差别,而7~8周龄公鸡高于母鸡;以组织含量为评价指标时,试验全期公母肉仔鸡对铜的需要量基本无差别;以铜的沉积率为指标时,1~2周龄母鸡比公鸡高,3~6周龄公母鸡一致,7~8周龄公鸡高于母鸡。综合考虑各指标,各生长发育阶段公、母肉仔鸡对铜的需要量基本一致,推荐给铜量分别为:1~2周龄,9mg/kg;3~6周龄,9mg/kg;7~8周龄,10mg/kg。关于性别对生产性能的影响,饲养经验证明,公鸡的生长速度高于母鸡,耗料增重比优于母鸡。本试验的统计结果表明:以生产性能为评价指标得到的铜需要量受性别影响不显著。Underwood(1977)和Drouliscos(1970)曾报道,性别对肝脏铜浓度无显著影响,本试验结果与其基本一致。性别对试鸡羽毛、空体铜浓度和空体铜沉积率的影响未见公开报道,本试验结果经t检验,影响不显著($P > 0.05$)。因此,评价指标不论是生产性能、组织铜含量,还是铜沉积利用率,性别对测得的铜需要量均没有影响。

Hill和Mathron(1961)以血液指标评价时,得到生长鸡的需铜量为5mg/kg;Mcnaughton(1979)曾报道,以体增重为评价指标时,白莱航鸡的需铜量为8~16mg/kg。Opsahl(1982)的研究指出,以体增重为评价指标时,满足骨骼正常生长的铜需要量为2mg/kg,而获得最大生长速度时铜的需要量为6~8mg/kg。可见评价指标不同、动物品种不同以及实验研究条件不同所确定的铜需要量也不同。在大量科学试验的基础上,各国营养研究机构给出肉仔鸡对铜的需要量如下:NRC(1994),8mg/kg;日本标准(1992),8mg/kg;中国标准(1986),8mg/kg;澳大利亚(1987),4mg/kg。本试验测得结果,6周龄前接近于NRC(1994)、中国标

表6 同性别不同生长发育阶段体铜的沉积率(%)

Table 6. Retention of empty body Cu of female and male broilers during three growing stages

周龄 Weeks	性别 Sex	B + 0	B + 2	B + 4	B + 6	B + 8
1~2周	♀	17.7 ^{bc} ± 0.4	20.3 ^{ac} ± 1.4	29.3 ^{ab} ± 2.6	27.7 ^{cb} ± 0.5	16.9 ^c ± 5.5
1~2 weeks	♂	19.9 ^d ± 1.9	25.5 ^b ± 2.8	23.0 ^b ± 4.3	20.4 ^b ± 6.3	23.8 ^b ± 4.1
3~6周	♀	10.6 ^c ± 1.4	13.3 ^{cb} ± 0.1	13.8 ^b ± 2.8	14.0 ^b ± 0.1	17.7 ^{AB} ± 2.0
3~6 weeks	♂	11.6 ^d ± 1.3	11.6 ^b ± 0.2	13.3 ^b ± 0.6	13.4 ^b ± 0.4	13.3 ^b ± 2.7
7~8周	♀	20.8 ^b ± 2.9	28.1 ^{ab} ± 4.7	21.7 ^b ± 2.9	36.5 ^a ± 1.1	17.4 ^b ± 2.1
7~8 weeks	♂	15.3 ^b ± 0.1	27.9 ^{ab} ± 1.5	27.5 ^{ab} ± 3.7	30.2 ^{AB} ± 4.0	35.8 ^{AB} ± 7.8

表7 不同性别不同生长发育阶段肉仔鸡对铜的需要量(mg/kg)

Table 7. Copper requirement for female and male broilers during three growing stages

周龄 Weeks	生产性能 Performance		组织含量 Contention organs		沉积利用率 Retention		推荐给量 Requirement relomended	
	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂
1~2周 1~2 weeks	8.57	8.57	8~10	8~9	8.57	6.57	9	9
3~6周 3~6 weeks	8.29	8.29	8~10	8~10	8.29	8.29	9	9
7~8周 7~8 weeks	5.99	11.99	8~11	9~11	9.99	11.99	10	10

推荐给量为综合比较3个指标得出的值

准和日本标准, 7~8周龄高于各标准值。需要说明的是, 本试验进行到7周末时, 可能由于气温、饲料等因素的影响, 鸡群表现异常, 这可能影响7~8周的测定结果。

参考文献

- NRC, 蔡辉益等译. 1994. 家禽营养需要. 第九版. 北京: 中国农业科技出版社
- 熊本海, 侯水生, 陈继兰. 1995. 世界各国家禽饲养标准参数浅析. 动物营养学报, 7(2): 42~62
- 中华人民共和国专业标准. 1986. ZB B43005~86 鸡的饲养标准. 北京: 中国标准出版社
- Droeliscos N J, Bowland J P, Elliot J I. 1970. Influence of supplemental dietary copper on copper concentration of pig blood, selected tissues and digestive tract contents. *Can. J. Anim. Sci.*, 50(1): 113~120
- Menaughton J L, Day C J, Dilworth B C. 1974. Iron and copper availability from various source. *Poult. Sci.*, 53: 1325~1330
- Opsahl W, Zeroniew H. 1982. Role of copper in collagen cross-linking and its influence on selected mechanical properties of chick bone or tendon. *J. Nutr.*, 112(4): 703~716
- Underwood E J. 1977. Trace element in human and animal nutrition. Academic press. New York

STUDY ON COPPER REQUIREMENT FOR BROILERS

Zhou Guilian Han Youwen Du Zhongliang

(Northeast Agricultural University, Harbin, 150030)

ABSTRACT

One trials were conducted to study the Cu requirement for broilers.

In the trial, 396 one-day-old Abro Acres chicks (female: male was 1:1) were used in a two factorial design with three duplicates to determine the Cu requirement for female and male broilers during three growing stages (1~2wk, 3~6wk, 7~8wk). A basal corn-soybean meal diet was supplemented with 0, 2, 4, 6, 8mg/kg Cu as copper sulphate ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$). Chicks were allotted randomly to 36 pens. The copper (mg/kg), ME (MJ/kg) and CP (%) contents in three diets used during three growing stages were: 4.57, 13.08, 20.41 for 1~2wk; 4.29, 13.25, 19.04, for 3~6wk; 3.99, 13.42, 17.57 for 7~8wk, respectively.

The Cu requirements for broilers of different sex and in growing stage were obtained by the quadratic regression of liver Cu, feather Cu and body Cu on dietary Cu, and evaluation of performance and the retention of empty body Cu. The result indicated that the Cu requirements recommended during three growing stages for broilers were: 9mg/kg for 1~2wk; 9mg/kg for 3~6wk; 10mg/kg for 7~8wk, respectively.

Key words: Copper, Requirement, Broiler