

# 饲料中添加硫酸亚铁对鹌鹑体内和蛋中铁沉积量的影响

祁艳霞<sup>1</sup>, 张爱提<sup>2</sup>, 张爱静<sup>2</sup>, 张小辉<sup>1</sup>, 庞有志<sup>1\*</sup>

(1. 河南科技大学 动物科技学院, 河南 洛阳 471003; 2. 伊川县畜牧兽医工作站, 河南 伊川 471300)

**摘要:** 以 50 只 60 日龄已经开产的朝鲜鹌鹑为研究对象, 在饲料中添加不同水平的  $\text{FeSO}_4$  (添加量为 4 978、3 485、1 991、0 498、0 g/kg), 经过 15 d 的试验期后, 采集鹌鹑心脏、肝脏、小肠、腺胃、肌胃、胸肌和腿肌组织, 用原子吸收分光光度法测定其中铁的含量; 同时收集试验期第 5、10、15 天的鹌鹑蛋, 用原子吸收分光光度法分别测定蛋清和蛋黄中的铁含量。结果表明, 随着饲料中  $\text{FeSO}_4$  添加量的增加, 各种组织和鹌鹑蛋中铁含量也逐渐增加, 铁在不同组织中的含量差异较大, 含量最高的组织是腺胃和肌胃, 其次是肝脏, 含量最低的是肌肉组织; 鹌鹑蛋黄中的铁含量显著高于蛋清中的铁含量。因此, 在饲料中添加  $\text{FeSO}_4$  可以明显提高鹌鹑各组织和鹌鹑蛋中的铁含量。

**关键词:** 鹌鹑; 硫酸亚铁; 沉积量; 饲料

中图分类号: S839 S816 7 文献标识码: A 文章编号: 1004-3268(2011)07-0144-03

## Effect of $\text{FeSO}_4$ Level in Feed on the Deposition of Iron in Quail and Egg

QI Yan-xia<sup>1</sup>, ZHANG Ai-ti<sup>2</sup>, ZHANG Ai-jing<sup>2</sup>, ZHANG Xiao-hui<sup>1</sup>, PANG You-zhi<sup>1\*</sup>

(1. College of Animal Science, Henan University of Science and Technology, Luoyang 471003, China;

2. Livestock and Veterinary Workstation of Yichuan County, Yichuan 471300, China)

**Abstract:** A total of fifty 60-day-age quails were selected to feed with different levels of  $\text{FeSO}_4$  (4 978, 3 485, 1 991, 0 498, 0 g/kg) addition for 14 days. After the raising, all the quails were butchered and samples of heart, liver, small intestine, glandular stomach, muscular stomach, chest muscle and leg muscle were collected and the levels of iron were analyzed by atomic absorption spectrophotometry. The quail eggs were collected at 5th, 10th, and 15th day after the beginning of study and the levels of iron in albumen and yolk were analyzed by same methods. The results showed that the deposition of iron in all the tissues and eggs raised with the addition of  $\text{FeSO}_4$ . The glandular stomach and muscular stomach had the highest level of iron, liver had middle level of iron and muscle had lowest level of iron. The level of iron in yolk was significant higher than that in albumen. This indicates that level of  $\text{FeSO}_4$  in quail feed significantly affects the level of iron in tissues, organs and egg.

**Key words:** Quail;  $\text{FeSO}_4$ ; Sediment yield; Feed

铁是机体造血的必要物质, 是血红蛋白的重要成分, 对体内氧气和二氧化碳的运输具有关键的作用, 同时也是促进 B 族维生素代谢的必要物质<sup>[1]</sup>。铁对动物的生产性能有重要的影响。据测定, 产蛋

母鸡每产 1 个蛋就需要 1.1 mg 的铁, 所以蛋鸡的日粮中应添加足够的铁<sup>[2]</sup>。如果饲料中缺铁, 鸡很容易发生贫血, 导致雏鸡生长发育受阻, 产蛋鸡产蛋减少甚至停产<sup>[3]</sup>。

收稿日期: 2011-03-23

基金项目: 河南省重点科技攻关项目(082102130002); 河南科技大学博士科研启动项目(09001241)

作者简介: 祁艳霞(1977-), 女, 内蒙古乌盟人, 讲师, 硕士, 主要从事动物营养与饲料科学研究。E-mail: qianxia0330@126.com

\*通讯作者: 庞有志(1963-), 男, 河南新蔡人, 教授, 博士, 主要从事动物遗传育种的教学与科研工作。E-mail: pyzh2006@126.com

©1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

鹌鹑是重要的特种经济动物, 鹌鹑蛋具有很高的营养价值。据测定, 每 100 g 鹌鹑蛋中含蛋白质 13.1 g, 脂肪 11.2 g, 钙 59 mg, 磷 220 mg, 铁 3.8 mg, 并且含有丰富的维生素。鹌鹑肉不仅美味可口, 而且其中的氨基酸成分较全, 含量较多, 特别是赖氨酸的含量更为其他肉蛋食品所不及, 在我国有“动物人参”的美誉<sup>[4]</sup>。尽管鹌鹑具有重要的经济价值和营养价值, 但目前对鹌鹑营养需要的研究还不充分, 尤其在微量元素方面, 很多还在参考蛋鸡的标准。鉴此, 本研究以国内主要鹌鹑品种——朝鲜鹌鹑为研究对象, 通过在饲料中添加不同水平的 FeSO<sub>4</sub>, 分析鹌鹑肌肉、内脏器官和鹌鹑蛋中铁的沉积情况, 以期研究铁在鹌鹑体内的沉积提供参考。

1 材料和方法

1.1 供试动物

供试动物为 50 只 60 日龄已经开产的朝鲜鹌鹑, 饲养于河南科技大学动物科技学院实验动物牧场。在整个试验期间, 每天 7:00、12:00 和 19:00 各饲喂 1 次, 自由饮水。

1.2 试验设计

采用 5×5×2 的试验设计, 即鹌鹑日粮中 FeSO<sub>4</sub> 的添加量分为 5 个水平, 每个水平 10 只鹌鹑, 随机分为 2 组, 每组 5 只。同一组的 5 只鹌鹑饲养在同一个笼子里。整个试验期共 22d, 其中前 7 d

为预试期, 饲喂正常鹌鹑饲料, 后 15 d 为正试期, 饲喂添加了 FeSO<sub>4</sub> 的鹌鹑饲料。饲料中 FeSO<sub>4</sub> 的添加量分别为: 4 978(第 1 组)、3 485(第 2 组)、1 991(第 3 组)、0.498(第 4 组)、0(对照组) g/kg。

1.3 样品的采集

试验结束后, 心脏采血处死鹌鹑, 采集胸肌和腿肌组织。由于血液红细胞中含有较多的铁, 在采集到心脏和肝脏样品后, 用不含锌离子的水冲洗 2 次, 以洗掉血液中的铁; 肌胃和小肠用手术剪剖开, 去掉内容物后用不含锌离子的水冲洗 2 次。组织样品置-20℃冰箱保存。

分别收集正式试验开始当天和第 5、10、15 天的鹌鹑蛋, 煮熟后分离蛋白和蛋黄, 置-20℃冰箱保存备用。

1.4 样品中铁的测定

样品称量后灰化, 用稀盐酸溶解后制成样品液, 用原子吸收分光光度法测定其中铁的含量。

2 结果与分析

2.1 鹌鹑各组织中的铁沉积量

用原子吸收分光光度法测定各组织中铁的含量, 结果见表 1。由表 1 可知, 随着饲料中 FeSO<sub>4</sub> 添加量的增加, 各种组织器官中沉积的铁也逐渐增加。但不同组织器官中铁沉积量的差异比较大, 沉积铁最多的组织是肌胃和腺胃, 肝脏中的铁含量也比较多, 而肌肉中铁含量相对比较少。

表 1 鹌鹑各种组织器官中铁含量 mg/kg

组别	心脏	肝脏	肠道	腺胃	肌胃	胸肌	腿肌
第 1 组	194.00±5.374d	414.35±31.46b	127.76±3.72a	559.32±60.32a	817.32±89.90a	78.23±2.20c	29.03±3.020b
第 2 组	182.55±0.49xd	409.80±14.45b	101.73±3.43ab	369.33±4.19b	332.77±179.46b	71.90±0.79b	28.01±1.59b
第 3 组	176.90±8.06c	408.20±31.25b	75.54±26.68bc	562.38±11.71a	614.61±216.71ab	71.32±0.06b	26.37±3.29ab
第 4 组	159.75±2.05b	367.30±4.10b	120.88±8.22a	516.06±114.13ab	687.02±191.35ab	69.16±4.71b	24.15±4.15ab
对照组	130.50±2.26a	278.90±0.57a	47.30±11.42c	378.06±3.32b	841.32±68.85a	59.29±0.51a	18.99±0.26a

注: 同列相同字母表示差异不显著, 不同字母表示差异显著。下同

2.2 鹌鹑蛋中的铁沉积量

不同试验时间下鹌鹑蛋清和蛋黄中的铁沉积量见表 2。由表 2 可知, 随着饲料中 FeSO<sub>4</sub> 添加量的增加, 鹌鹑蛋中铁的沉积量也随之增加, 而且蛋黄中

的铁含量明显比蛋白中的高。随着试验时间的延长, 鹌鹑蛋中的铁含量逐渐增加, 说明只有当体内铁沉积量达到一定水平后, 鹌鹑才能把体内过量的铁转移到蛋中。

表 2 不同试验时间下鹌鹑蛋中的铁含量 mg/kg

组别	试验第 5 天		试验第 10 天		试验第 15 天	
	蛋白	蛋黄	蛋白	蛋黄	蛋白	蛋黄
第 1 组	18.4500±0.6081a	89.1200±2.0930a	12.0250±1.0960a	77.3500±1.4284a	19.4350±1.6476a	70.6200±0.5798ab
第 2 组	14.2000±0.2687b	66.2100±1.3718b	9.2850±0.8556b	66.0900±2.0365d	17.1300±1.6829ab	74.0300±2.3617a
第 3 组	8.0450±0.2616c	67.9350±1.2940b	14.0000±0.0565a	55.0400±2.5456ab	15.3650±1.6900ab	54.0400±1.9092d
第 4 组	6.4050±0.6293d	48.2850±0.3606c	6.6350±0.8556c	50.7900±1.2728bc	13.8400±1.5839b	67.3450±2.4961bc
对照组	5.0300±0.3536e	47.9900±1.0607c	5.9000±0.5940c	46.9850±0.9829cd	9.0350±1.3506c	64.5100±3.0547c

### 3 结论与讨论

#### 3.1 动物对铁的吸收及其在动物体内的沉积

铁是动物必需的微量元素之一。在动物体内,许多酶的活性与铁有关,三羧酸循环中一半以上的酶和因子含有铁。近端小肠(十二指肠和空肠)是铁吸收的主要部位,也是调节铁平衡的一个关键环节,动物消化道的其他部位如胃、回肠、盲肠也能吸收少量的铁<sup>[9]</sup>。尽管小肠是机体吸收铁的主要部位,但铁在小肠中的沉积量并不多。以往的研究表明,动物吸收的铁大约 2/3 储存在血红蛋白和肌红蛋白里,还有 20%左右的铁以不同的形式储存在肝脏、脾脏等组织中<sup>[9]</sup>。在本研究中也发现,鹌鹑在肝脏中存储的铁比较多。禽类的消化道与哺乳类动物相比有明显的不同,研究中发现,在鹌鹑的肌胃和腺胃中铁沉积量非常高,由于对鹌鹑体内铁代谢的具体生理意义还不是十分清楚,有必要进一步深入研究。

铁的吸收与机体的生理状态密切相关。当体内缺铁或者铁的消耗量比较大时,机体对铁的吸收效率也会相应提高。如怀孕的母畜对铁的吸收效率就比较高,同样,幼年的畜禽由于体内储存的铁比较少,而生长发育速度比较快,对铁的消耗量比较大,因此,幼畜对铁的利用效率也比较高<sup>[7]</sup>。本研究中发现,饲料中铁的添加量对动物体内铁的沉积量有明显的影响,随着饲料中铁添加量的上升,各种组织中铁的沉积量也呈上升趋势。因此,在饲料中添加过量的铁离子,可以提高组织器官中铁含量,当然,肌肉组织中的铁含量也会跟着上升,这为生产富含铁元素的畜禽肉提供了理论依据。

#### 3.2 铁在禽蛋中的沉积

不同禽类蛋中的微量元素存在差异,鹌鹑蛋中铁含量比鸡蛋中高<sup>[8]</sup>。通过在饲料中添加无机微量元素,禽类可以将其转换成有机状态并分泌到禽蛋中,从而提高微量元素的利用率。在蛋鸡饲料中添加无机铁盐可以提高蛋中的铁含量<sup>[9]</sup>,而且对体内的转铁蛋白和铜蓝蛋白都有明显的影响<sup>[10]</sup>,这是由于转铁蛋白是血液中转运铁的主要载体,而铜蓝蛋白具有铁氧化酶功能,对铁的转运起着关键的调控作用,铁蛋白和铜蓝蛋白含量和活性的增强均可以加快体内的铁向蛋中转移,说明通过提高饲料中的

铁元素含量可以有效地增加禽蛋中的铁含量。本研究中发现,随着饲料中  $\text{FeSO}_4$  添加量的增加,蛋中和肉中的铁含量也随着增加,但过多的添加量也会导致粪中铁含量的升高,加剧环境污染。

#### 3.3 鹌鹑的铁中毒

饲料中添加过量的铁会引起中毒,初期动物一般会出现出血性胃肠炎,伴有腹泻和呕吐,后期则出现休克、惊厥及急性肝坏死,最后导致动物死亡<sup>[11]</sup>。在本研究中,鹌鹑饲料中的  $\text{FeSO}_4$  添加量达到了 4 978g/kg,通过 2 周的饲养也没有发现鹌鹑出现中毒症状,在试验结束后对鹌鹑进行了解剖,也没有发现内脏器官存在异常,表明鹌鹑对铁的耐受性比较强,也有可能是饲养的时间还比较短,症状没有表现出来。

#### 参考文献:

- [1] 杨文正. 动物矿物质营养[M]. 北京: 农业出版社, 1993: 1-27.
- [2] 张元跃. 动物的铁需要量与补铁[J]. 中国饲料, 2002 (7): 22-23.
- [3] 唐胜球, 董小英, 邹晓庭. 不同形式铁对鸡蛋铁含量及相关生化指标的影响[J]. 中国畜牧杂志, 2005, 41(1): 6-10.
- [4] 黄群, 麻成金, 黄诚. 鹌鹑蛋功能特性及其影响因素[J]. 食品与发酵工业, 2008, 34(9): 89-94.
- [5] 周桂莲. 影响铁吸收利用因素研究进展[J]. 动物营养学报, 2001, 13(1): 6-13.
- [6] 石文艳, 潘晓亮, 万鹏程. 铁元素的生理功能及其研究进展[J]. 畜牧兽医科技信息, 2005(3): 15-17.
- [7] 闫峰, 郭小满. 肉仔鸡对硫酸亚铁柠檬酸铁和酵母铁相对生物利用率的研究[J]. 吉林农业科技学院学报, 2007, 16(3): 5-11.
- [8] 陈玲. 蛋类中几种微量元素和蛋白质含量的探讨[J]. 微量元素与健康研究, 1999, 16(2): 57-58.
- [9] 唐胜球, 董小英, 邹晓庭, 等. 不同铁源对鸡蛋铁含量的影响[J]. 江苏农业学报, 2004, 20(4): 264-267.
- [10] 唐胜球, 董小英, 邹晓庭, 等. 不同形式铁对鸡蛋铁含量及相关生化指标的影响[J]. 中国畜牧杂志, 2005, 41(1): 6-8.
- [11] 钱红娟, 蒲俊华, 王志跃. 不同铁源对仔鸡生长的影响[J]. 饲料工业, 2008, 29(2): 48-50.