

陈大伟,刘茵茵,王倩倩,等. 硒镉同时暴露对鸡蛋和蛋鸡组织中硒镉含量的影响[J]. 江苏农业科学,2019,47(20):203-205.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.20.047

硒镉同时暴露对鸡蛋和蛋鸡组织中硒镉含量的影响

陈大伟¹, 刘茵茵¹, 王倩倩², 蒲俊华¹, 马丽娜¹, 葛庆联¹, 唐修君¹, 孔令武^{1,3}, 高玉时¹

(1. 江苏省家禽科学研究所, 江苏扬州 221003; 2. 江苏省扬州市动物疾病预防控制中心, 江苏扬州 211407;

3. 扬州双扬生物科技有限公司, 江苏扬州 225125)

摘要: 研究探讨镉、硒同时摄入对蛋鸡组织及所产鸡蛋中镉、硒含量的影响。从饮水和饲料途径同时对 120 羽 40 周龄海兰褐壳蛋鸡进行镉(50 mg/L)、硒(在饲料中添加 3% 酵母硒)、硒镉(在饮水中添加 50 mg/L 的同时在饲料中添加 3% 酵母硒)暴露 8 周。研究结果显示, 硒组、硒镉联合组鸡蛋中硒、镉含量随着时间延长逐渐增加; 与单独给镉组比较, 添加酵母硒极显著降低了镉在鸡蛋中的沉积; 硒镉联合组大多种组织中镉含量均有所升高, 但仅有肝脏、肾脏镉含量显著升高, 其他组织差异不显著。与单独添加酵母硒组比较, 硒镉同时摄入后蛋鸡肝脏和肾脏中硒含量显著升高, 其他各组织中硒含量均有升高趋势, 但差异不显著。结果表明, 蛋鸡硒镉同时暴露时, 硒能促进镉在家禽体内的沉积, 减少镉在鸡蛋中的残留。

关键词: 硒; 镉; 蛋鸡; 鸡蛋; 重金属沉积

中图分类号: S831.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)20-0203-03

镉是一种重要的环境污染物, 可引起急慢性中毒, 并有致癌、致畸和致突变的作用。氧化应激损伤是镉产生毒性损伤的主要机制^[1]。多种元素对镉的毒性损伤具有保护效应, 其中硒被认为是最有效的一种, 硒是一种重要的营养微量元素^[2], 在宿主免疫应答和抗氧化保护方面具有显著的作

用^[3], 其在宿主体内的功能包括抗氧化、调节甲状腺激素代谢以及还原反应、生殖和免疫调节等^[4]。硒能够在抵抗自由基和氧化应激方面发挥重要作用^[5], 众多研究表明, 硒能从体内和体外 2 个方面抑制镉毒性^[6-7]。

但关于硒镉同时暴露对食品动物体内及产品硒镉残留影响的研究报道较少, 本研究从饮水和饲料途径对蛋鸡同时进行镉、硒暴露, 通过测定蛋鸡组织和鸡蛋中的硒、镉含量, 研究硒镉在蛋鸡体内的分布规律和相互作用特点, 为保障禽产品质量安全提供基础数据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

氯化镉(CdCl_2), 分析纯, 含量大于 99%, 购自国药集团。莱硒乐, 购自巴西贝瑞金公司, 有机硒含量超过 2 000 mg/kg。试验于 2017 年 8—10 月在农业部家禽品质监督检验测试中心(扬州)国家家禽生产性能测定站完成, 鸡品种为商品代海

收稿日期: 2018-06-29

基金项目: 国家重点研发计划(编号: 2016YFD0501208); 江苏现代农业(肉鸡)产业技术体系(编号: JATS[2018]251); 江苏省现代农业重点及面上项目(编号: BE2018363); 扬州市社会发展项目(编号: YZ2017081); 农产品质量安全监管专项(编号: 181721301092362945)。

作者简介: 陈大伟(1983—), 男, 江苏沐阳人, 博士, 副研究员, 主要从事禽产品质量安全研究。E-mail: ydcdw83@sina.com。

通信作者: 高玉时, 博士, 研究员, 硕士生导师, 主要从事家禽品质调控与评价、质量安全研究。E-mail: gaoyu100@sina.com。

analysis to measure pork marbling characteristics[J]. Meat Science, 2005, 69(3): 537-543.

[7] Ludwiczak A, Ślósarz P, Lisiak D, et al. Different methods of image segmentation in the process of meat marbling evaluation[J]. Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering, 2015: 1-6.

[8] 赵杰文, 刘木华, 张海东. 基于数学形态学的牛肉图像中背长肌分割和大理石纹提取技术研究[J]. 农业工程学报, 2004, 20(1): 144-146.

[9] 伍学千. 基于计算机视觉技术的猪肉品质检测与分级研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2010.

[10] 冈萨雷斯. 数字图像处理[M]. 北京: 电子工业出版社, 2009.

[11] 杨卫平, 李忠科, 王勇, 等. 基于区域的图像分割算法综述[C]//全国测控计量仪器仪表学术年会, 2007: 278-281.

[12] 任发政, 郑丽敏, 王桂芹, 等. 应用 MATLAB 图像处理技术评判

牛肉大理石花纹[J]. 肉类研究, 2002(4): 14-15.

[13] Jackman P, Sun D W, Allen P. Automatic segmentation of beef longissimus dorsi muscle and marbling by an adaptable algorithm[J]. Meat Science, 2009, 83(2): 187-194.

[14] Bezdek J C. Pattern recognition with fuzzy objective function algorithms[M]// Pattern recognition with fuzzy objective function algorithms. Plenum Press, 1981: 203-239.

[15] 张莉, 周伟达, 焦李成. 核聚类算法[J]. 计算机学报, 2002, 25(6): 587-590.

[16] 仇金宏, 沈明霞, 彭增超, 等. 基于改进型 FCM 算法的牛肉大理石花纹提取方法[J]. 农业机械学报, 2010, 41(8): 184-188.

[17] Du C J, Sun D W, Jackman P, et al. Development of a hybrid image processing algorithm for automatic evaluation of intramuscular fat content in beef M - longissimus dorsi[J]. Meat Science, 2008, 80(4): 1231-1237.

兰褐壳蛋鸡。

1.2 试验方法

1.2.1 试验设计 将 120 羽体质量、生产性能基本一致的 40 周龄海兰褐壳蛋鸡随机分为 4 组,每组 3 个重复,每个重复 10 羽鸡。试验共设 4 个处理,分别为(1)镉(Cd)组,在饮水中添加 50 mg/L Cd(Cd 添加浓度参考 GB 5749—2006《生活饮用水卫生标准》,Cd 浓度≤0.05 mg/L,在此限量标准的基础上提高 1 000 倍);(2)硒(Se)组,在饲料中添加 3% 酵母硒;(3)Cd + Se 组,在饮水中添加 50 mg/L Cd 的同时在饲料中添加 3% 酵母硒;(4)对照组(CK),饮用纯净水,饲喂基础饲料。试验基础饲料是根据 NY/T 33—2004《鸡饲养标准》中蛋鸡营养需要配制的常规玉米-豆粕型饲料。经测定该饲料中镉含量为(0.065 ± 0.003) mg/kg,酵母硒中硒含量为(2 004 ± 1.24) mg/kg。采用 3 层全阶梯笼养,自由采食和饮水,预试期 1 周,正试期 8 周。

表 1 不同处理鸡蛋中硒、镉含量比较

处理	Se 含量(mg/kg)		Cd 含量(mg/kg)	
	4 周	8 周	4 周	8 周
对照	0.279 ± 0.020aA	0.278 ± 0.010aA	0.001 ± 0.000aA	0.001 ± 0.000aA
硒	2.112 ± 0.080bB	2.647 ± 0.140bB	0.001 ± 0.000aA	0.001 ± 0.000aA
镉	0.271 ± 0.021aA	0.251 ± 0.034aA	0.012 ± 0.001cC	0.014 ± 0.001cC
镉 + 硒	2.336 ± 0.121bB	2.891 ± 0.230bB	0.007 ± 0.000bB	0.009 ± 0.000bB

注:不同大写字母表示不同处理间差异极显著($P < 0.01$)。表 2、表 3 同。 $n = 10$ 。

2.2 不同处理蛋鸡组织中镉含量比较

不同处理蛋鸡不同组织中镉含量见表 2。镉组和硒镉联合组蛋鸡各组织中的镉含量表现为肾脏 > 肝脏 > 肌胃 > 脾脏 > 心脏 > 腿肌 > 胸肌;镉浓度最高的组织是肾脏,最高的可

1.2.2 测定指标和方法 分别于试验的第 4 周和第 8 周收集鸡蛋,将蛋黄和蛋清充分混匀后制备全蛋样品,备用。试验结束时,以颈动脉放血处死鸡,采集胸肌、腿肌、心脏、肝脏、脾脏、肾脏、肌胃等组织。所有组织样品用组织捣碎机充分研磨混匀。采用微波消解法^[8]处理制备样品,ICP-MS(Xseries II,美国 Thermo scientific)法测定样品中硒、镉含量。

2 结果与分析

2.1 不同处理鸡蛋中硒、镉含量比较

由表 1 可知,与对照组比较,酵母硒组和镉硒联合组鸡蛋中硒含量极显著升高,且随着试验期的延长逐渐增加;与单独给硒组比较,硒镉联合组鸡蛋中硒含量略有升高,但差异不显著。镉含量变化与硒类似,镉组和硒镉联合组鸡蛋中镉含量均极显著高于对照组和硒组;与镉组比较,镉硒联合组鸡蛋中镉含量极显著下降。

食用组织为肝脏。与镉单独暴露组比较,硒镉联合组除胸肌外,其余 6 种组织中镉含量均有所升高,但仅有肝脏、肾脏镉含量显著升高,其他组织差异不显著。

表 2 不同处理蛋鸡不同组织中 Cd 含量比较

处理	镉含量(mg/kg)						
	胸肌	腿肌	心脏	肝脏	肌胃	脾脏	肾脏
对照	0.006 ± 0.000 1aA	0.007 ± 0.000 2aA	0.311 ± 0.02aA	0.435 ± 0.02aA	0.131 ± 0.01aA	0.513 ± 0.06aA	1.81 ± 0.12aA
硒	0.007 ± 0.000 1aA	0.008 ± 0.000 2aA	0.347 ± 0.01aA	0.564 ± 0.07aA	0.124 ± 0.01aA	0.567 ± 0.09aA	1.94 ± 0.16aA
镉	0.304 ± 0.002 0bB	0.691 ± 0.004 0bB	1.037 ± 0.04bB	49.290 ± 3.47bB	8.187 ± 0.54bB	7.422 ± 0.48bB	190.07 ± 6.57bB
镉 + 硒	0.301 ± 0.004 0baB	0.767 ± 0.001 0bB	1.210 ± 0.03bB	64.523 ± 0.25cB	8.367 ± 0.15bB	8.113 ± 0.04bB	237.80 ± 0.87cB

2.3 不同处理蛋鸡组织中硒含量比较

不同处理蛋鸡不同组织中硒含量见表 3。硒组硒含量表现为肝脏 > 脾脏 > 心脏 > 肾脏 > 肌胃 > 腿肌 > 胸肌,而硒镉联合组略有不同,表现为肝脏 > 肾脏 > 脾脏 > 心脏 > 肌胃 > 腿肌 > 胸肌。与对照组比较,硒组和硒镉联合组各组织中的硒含量极显著升高;镉组蛋鸡心脏、肝脏和肾脏中的硒含量略有升高,但差异不显著。与单独添加酵母硒组比较,硒镉同时

摄入后蛋鸡肝脏和肾脏中硒含量显著升高,其他各组织中硒含量均有升高趋势,但处理间差异不显著。

3 讨论

近年来,食品安全问题越来越受到关注,老百姓最为关心的舌尖上的安全问题,同样引起了国家领导人的关注。保障老百姓舌尖上的安全是提高人民生活水平和幸福指数的必由

表 3 不同处理蛋鸡不同组织中 Se 含量比较

处理	硒含量(mg/kg)						
	胸肌	腿肌	心脏	肝脏	肌胃	脾脏	肾脏
对照	0.211 ± 0.01aA	0.248 ± 0.02aA	0.311 ± 0.02aA	0.379 ± 0.02aA	0.285 ± 0.01aA	0.686 ± 0.03aA	0.498 ± 0.06aA
硒	2.168 ± 0.27bB	2.653 ± 0.34bB	3.875 ± 0.36bB	4.870 ± 0.53bB	2.690 ± 0.45bB	4.468 ± 0.39bB	2.960 ± 0.42bB
镉	0.149 ± 0.02aA	0.263 ± 0.01aA	0.437 ± 0.06aA	0.462 ± 0.03aA	0.279 ± 0.54aA	0.622 ± 0.48aA	0.887 ± 0.07aA
镉 + 硒	2.367 ± 0.24bB	2.969 ± 0.14bB	4.118 ± 0.33bB	6.158 ± 0.46cB	2.979 ± 0.18bB	4.667 ± 0.04bB	5.088 ± 0.87cB

之路。为了保障农产品质量安全,农业部自 2011 年开始,组织实施了国家农产品质量安全风险评估项目,对农产品生产、储运、加工环节可能存在的风险隐患开展排查、评估、研判。禽产品是农产品的重要组成部分,包括禽蛋和禽肉,其中鸡蛋和鸡肉所占消费比例高达 80% 以上^[9-10]。

酵母硒是唯一经过美国食品药品监督管理局(FDA)和欧盟认证的有机硒源,可克服无机硒吸收率低、毒性大、二次污染等问题。酵母硒是硒被酵母自主吸收和转化后,与酵母蛋白质和多糖结合形成的有机硒,一般以蛋白质的形式在肠壁就能被禽畜吸收,因此吸收率比无机硒高^[11]。在饲料中添加酵母硒具有提高产蛋率,改善蛋品质等功效,同时可提高鸡蛋中的硒含量^[12-14]。本研究发现,在饲料中添加酵母硒显著提高了鸡蛋中硒含量,在镉同时暴露的条件下,硒能够减少镉在鸡蛋中的蓄积,并且不同程度提高了蛋鸡组织中的硒含量。表明生产富硒蛋的蛋鸡也是一种很好的富硒食品。硒组和硒镉联合组鸡蛋硒含量均达到 2 mg/kg 以上,远高于富硒蛋标准。而人体每日硒摄入量超过 0.4 mg 就会造成中毒,按此计算,人均每日摄入超过 3 枚该鸡蛋就有可能引起硒中毒。因此建议富硒蛋的生产应严格控制鸡蛋中硒含量的范围,片面追求高硒不仅可能使蛋鸡生产性能下降,还有可能对产品质量安全产生潜在威胁。

酵母硒还能增强家禽机体清除自由基的能力,提高抗氧化功能^[15],在一定程度上改善镉的毒性损伤^[16]。镉进入机体后毒性作用的主要靶器官是肝脏和肾脏,镉的蓄积性与刺激金属硫蛋白的表达密切相关。本研究发现,镉处理下蛋鸡肝脏和肾脏中的镉含量远高于其他组织,表明家禽肝肾亦是镉毒性作用靶器官。Omaye 等报道,硒和镉在体内可以形成复合物,一方面使镉解毒,另一方面使硒失去生物活性,不能用于合成谷胱甘肽过氧化酶(GSH-PX),或者镉与 GSH-PX 及其前体结合而致失活^[17]。硒镉联合组蛋鸡大多组织中硒、镉的含量都不同程度地高于单独镉、硒暴露组,这与 Omaye 等的报道结果一致,可能与硒镉复合物的形成有关。结合鸡蛋中镉含量结果推断,镉进入机体后与硒形成复合物在肝脏、肾脏蓄积,有效减少了镉在鸡蛋中的沉积,从而在一定程度上缓解了镉对蛋鸡安全生产的影响。

肾脏是家禽镉、硒蓄积的重要部位,建议不要食用,烹饪家禽时,一定要将肾脏清除干净。硒和镉同时摄入会加剧蛋鸡肝脏、肾脏等组织中的镉蓄积量,对食用安全存在潜在威胁,在对食品动物饲喂酵母硒的过程中应严格监控饲料饮水等投入品的镉含量,避免镉硒相互作用引起镉蓄积增加。

参考文献:

[1] Nasiadek M, Skrzypińska - Gawrysiak M, Daragó A, et al. Involvement of oxidative stress in the mechanism of cadmium - induced toxicity on rat uterus [J]. *Environmental Toxicology and*

Pharmacology, 2014, 38(2): 364 - 373.

- [2] Shilo S, Pardo M, Aharoni - Simon M, et al. Selenium supplementation increases liver MnSOD expression; molecular mechanism for hepato - protection [J]. *Journal of Inorganic Biochemistry*, 2008, 102(1): 110 - 118.
- [3] Brigelius - Flohé R, Flohé L. Is there a role of glutathione peroxidases in signaling and differentiation? [J]. *Biofactors*, 2003, 17(1/2/3/4): 93 - 102.
- [4] Combs J, Midthune D N, Patterson K Y, et al. Effects of selenomethionine supplementation on Selenium status and thyroid hormone concentrations in healthy adults [J]. *American Journal of Clinical Nutrition*, 2009, 89(6): 1808 - 1814.
- [5] Bansal M P, Selenium K P. A versatile trace element; current research implications [J]. *Indian Journal of Experimental Biology*, 2005, 43(12): 1119 - 1129.
- [6] El - Sharaky A S, Newairy A A, Badreldeen M M, et al. Protective role of selenium against renal toxicity induced by cadmium in rats [J]. *Toxicology*, 2007, 235(3): 185 - 193.
- [7] Lazarus M, Orci T, Jurasoviae J, et al. The effect of dietary selenium supplementation on cadmium absorption and retention in suckling rats [J]. *Biometals*, 2009, 22(6): 973 - 983.
- [8] 曾海英,王家磊,沈萍萍,等. 微波消解 - ICP - MS 法测定食品、水产品及动物组织中 33 种金属元素 [J]. *食品安全质量检测学报*, 2015, 6(3): 953 - 961.
- [9] 陈琼,吕新业,王济民. 我国禽肉消费及影响因素分析 [J]. *农业技术经济*, 2012(5): 20 - 28.
- [10] 申秋红. 中国禽肉生产与消费分析 [J]. *中国家禽*, 2007, 29(12): 1 - 4.
- [11] 余丹. 酵母硒在动物生产上的应用研究 [J]. *四川畜牧兽医*, 2012(10): 30 - 32.
- [12] 何柳青,魏艳红,汪加明,等. 酵母硒对绿壳蛋鸡生产性能、蛋品质、抗氧化能力及蛋黄硒含量的影响 [J]. *中国饲料*, 2012(11): 26 - 29.
- [13] 何柳青,曲湘勇,魏艳红,等. 茶多酚和酵母硒及其互作对绿壳蛋鸡生产性能、蛋品质及蛋黄中胆固醇和硒含量的影响 [J]. *动物营养学报*, 2012, 24(10): 1966 - 1975.
- [14] 杨旭光,王英利. 添加有机硒对海兰蛋种鸡繁殖性能的影响 [J]. *饲料广角*, 2012(1): 25 - 26.
- [15] 王巧莉,王宝维,范永存,等. 酵母硒对肉鹅免疫和抗氧化指标的影响 [J]. *动物营养学报*, 2009, 21(3): 398 - 404.
- [16] 陈大伟,马丽娜,刘茵茵,等. 酵母硒对铅暴露致蛋鸡卵巢毒性损伤的保护效应研究 [J]. *中国兽医科学*, 2016, 46(10): 1335 - 1340.
- [17] Omaye S T, Tappel A L. Effect of cadmium chloride on the rat testicular soluble selenoenzyme, glutathione peroxidase [J]. *Research Communications in Chemical Pathology and Pharmacology*, 1975, 12(4): 695 - 711.