

大豆黄酮对母鸡蛋品质及后代仔鸡肉品质的影响

倪迎冬, 洪文杰, 任灵芝, 胡艳, 代菁, 饶开晴, 陈杰, 赵茹茜*

(南京农业大学农业部动物生理生化重点开放实验室, 南京 210095)

摘要: 本文旨在研究添喂大豆黄酮对母鸡蛋品质及后代仔鸡肉品质的影响。试验选取产蛋后期肉种鸡 480 只, 随机分为 2 组, 每组设 8 个重复。试验组在基础日粮中添喂 10 mg/kg 的大豆黄酮, 第 5 周后收集种蛋, 每组随机取 30 枚做蛋品质分析, 剩余种蛋按正常程序孵化, 出雏后饲养至 63 日龄, 宰杀取肌肉做肉品质分析。结果表明: 母鸡饲喂大豆黄酮后, 蛋壳厚度和蛋壳比重分别增加了 0.03 mm ($P < 0.01$) 和 0.45% ($P < 0.05$); 蛋白的 Haugh 单位增加了 4 ($P < 0.05$); 入孵蛋出雏率和受精蛋出雏率分别降低了 11.5% 和 8.3% ($P < 0.05$)。添喂大豆黄酮对后代仔鸡生长无显著影响, 但显著降低了雌仔鸡肌肉比重和肌肉的蒸煮损失率 ($P < 0.05$), 显著降低雄仔鸡肌肉的滴水损失率 ($P < 0.05$); 显著增加胸肌黄度 ($P < 0.05$); 但对腿肌的快慢肌纤维比例、纤维密度以及快慢肌纤维的横截面积均无显著影响 ($P > 0.05$)。以上结果提示: 10 mg/kg 剂量的大豆黄酮应慎用于种蛋禽上, 而在商品蛋禽上则具有良好的应用前景。

关键词: 大豆黄酮; 蛋品质; 子代; 肌肉品质; 肉种鸡

中图分类号: S831.5

文献标识码: A

文章编号: 0366-6964(2007)11-1188-07

Effects of Dietary Daidzein on Egg Quality and Meat Quality of the Offspring of Broiler Breed Hens during the Late Period of Laying Cycle

NI Ying-dong, HONG Wen-jie, REN Ling-zhi, HU Yan,

DAI Jing, RAO Kai-qing, CHEN Jie, ZHAO Ru-qian*

(Key Laboratory of Animal Physiology and Biochemistry, Ministry of Agriculture, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China)

Abstract: The effects of dietary daidzein on broiler breeders during the late periods of the laying cycle on egg quality, hatching rate and meat quality of the offspring chickens were studied. Broiler breeders feed a basal-diet ($n=240$, 8 replicates, control) or the basal diet supplemented with 10 mg/kg daidzein ($n=240$, 8 replicates, daidzein). The laying rate was increased over the whole investigation with the daidzein treatment. Egg quality analysis showed that eggshell thickness and relative weight of eggshell to the whole egg increased 0.03 mm ($P < 0.01$) and 0.45% ($P < 0.05$), respectively, in daidzein group. Compared with the control group, egg Haugh unit increased significantly in daidzein group by 4 units ($P < 0.05$). The hatching rate of fecundated eggs and hatched eggs were decreased by 11.5% and 8.3% after daidzein supplementation, respectively ($P < 0.05$). Although postnatal growth of the offspring chickens from 1 to 63 days of age was not significantly affected, maternal daidzein supplementation tended to reduce the muscle mass of female chicken. As the breast muscle and leg muscle, the rate of cooking loss₂₄ and drip loss₂₄ were significantly decreased, and the yellowness of breast muscle was significantly increased by daidzein treatment ($P < 0.05$), while the ratio of myofiber types were not changed. The results suggested that maternal diet supplemented with 10 mg/kg daidzein during late periods of the lay-

收稿日期: 2007-05-23

基金项目: 国家重点基础研究发展计划项目“973”(2004CB117505)资助; 江苏省自然科学基金基础研究计划(BK2006559)资助

作者简介: 倪迎冬(1973-), 女, 江苏淮安人, 主要从事畜禽生理学研究, E-mail: niyingdong@njau.edu.cn

* 通讯作者: 赵茹茜, Tel: 025-84396413, E-mail: Zhao.ruqian@gmail.com

ing cycle of broiler breeders affect egg quality and meat quality of the offspring chickens.

Key words: daidzein; egg quality; offspring; meat quality; broiler breeders

大豆黄酮(Daidzein, Da)属于异黄酮类植物雌激素,广泛存在于豆类、牧草类(如三叶草)等天然植物中,具有类雌激素的作用,但其生物学效应仅为雌激素的 $10^{-5} \sim 10^{-3}$ 倍^[1, 2]。人类临床医学研究表明,大豆黄酮对治疗乳腺癌、前列腺癌、更年期综合症、心血管疾病和骨质疏松症具有良好的效果,并且可以增强机体的免疫力^[3, 4]。在畜禽生产上,饲料中添加一定量的大豆黄酮可以显著促进动物生长、增强动物的免疫力、提高动物泌乳和增加产蛋后期家禽产蛋性能^[5]。

食物中的大豆黄酮主要通过小肠吸收,在肠道微生物的作用下,结合型的大豆黄酮分解成游离型,或进一步分解成雌马酚被吸收。雌马酚作为大豆黄酮的代谢产物,其生物学活性比大豆黄酮高 10 倍左右^[6, 7]。Adlercreutz 等报道,大豆黄酮可以通过母体血浆、胎盘血浆、羊水等途径传递给胎儿^[8]。同样,在禽类上的研究显示,大豆黄酮及其代谢产物雌马酚可以在蛋黄中沉积^[9]。然而,迄今有关蛋黄中沉积的大豆黄酮或其代谢产物是否影响后代动物生产性能的研究尚未见报道。

任明强等报道,对怀孕后期母猪饲喂 8 mg/kg 大豆黄酮可显著提高仔猪初生重和早期的生长速度^[10]。但也有报道显示,在怀孕后期母猪日粮中添加 1 mg/kg 剂量的大豆黄酮,不改变母猪的产仔数以及仔猪的出生重,但显著降低仔猪背最长肌中肌肉的比重,提高了皮比重和半腱肌中快肌的比例;并对半腱肌的酸碱度产生影响^[11]。从而提示,母源性添加一定剂量的大豆黄酮可影响后代动物肌肉的发育,从而对肌肉品质产生影响。为了探索饲喂大豆黄酮后的跨世代效应,对产蛋后期肉种蛋鸡饲喂 10 mg/kg 的大豆黄酮,观察其对蛋品质以及出雏仔鸡生长和肌肉品质的影响。

1 材料与方法

1.1 材料

大豆黄酮购于张家口宣化化工厂(纯度 > 99.9%)。

1.2 试验动物与饲养

选用广东温氏集团太仓种鸡场提供的遗传背景相同并处于换羽后第 2 次产蛋后期的肉种母鸡(矮

脚 B)480 只,随机分为 2 组,每组设 8 个重复,每个重复 30 只母鸡,每 2 只为 1 笼,整个饲养期间采取自由饮水,室内温度在 $(22 \pm 1)^\circ\text{C}$,每天 15 h 光照。对照组(C)饲喂基础日粮,试验组在基础日粮中添加 10 mg/kg 的大豆黄酮(Da),试验周期为 8 周,每天记录产蛋数。第 5 周时,收集后 3 d 所有的种蛋,并从每组种蛋中随机抽取 30 枚进行蛋品质分析,其余种蛋按种鸡场正常孵化程序孵化,记录每组的出雏率。出雏仔鸡按正常饲养程序饲养,整个饲养期间常规免疫,每周记录鸡空腹体重。

1.3 蛋品质分析

蛋重、蛋壳重和蛋黄重分别用电子秤称量;蛋的长度、宽度、蛋壳厚度、蛋黄高度和直径分别用游标卡尺记录;蛋黄颜色用比色扇评定;蛋壳强度用蛋壳强度计测量;蛋白的 Haugh 单位用 Haugh 仪测定;蛋形指数=蛋长度/宽度;蛋黄指数=蛋黄高度/蛋黄直径。

1.4 屠宰及肉质分析

后代仔鸡饲养至 63 日龄时,每组随机抽取公母仔鸡各 20 只,断颈宰杀,记录体重、单侧胸肌重和腿肌重;另一侧胸肌和腿肌用于肉质和切片分析。

1.4.1 pH 测定 迅速取下一侧的胸肌和腿肌置于冰上,于 45 min 和 24 h 后,在 5 mmol/L 的碘乙酸和 0.15 mol/L 氯化钾混合液中匀浆,分别测定肌肉的 pH 值($\text{pH}_{45 \text{ min}}$ 和 $\text{pH}_{24 \text{ h}}$)。

1.4.2 系水力测定 分别取 10 g 左右的胸肌和腿肌悬挂于 4℃ 冰箱中,于 24 和 48 h 后,分别测定剩余肌肉重,测定 24 和 48 h 水分损失量(滴水损失率_{24 h}和滴水损失率_{48 h})。另外分别取 10 g 左右的胸肌和腿肌,用锡箔纸包住,于 75℃ 水浴中煮 0.5 h 后称量,记录水分损失量(蒸煮损失率_{24 h})。

1.4.3 肉色评定 分别取 2 cm×2 cm 大小的胸肌和腿肌样,用色彩色差仪分别记录胸肌和腿肌的亮度(L)、红度(a)和黄度(b)。

1.5 肌纤维类型的组织学测定

在每只鸡同侧腓肠肌外侧头相同位置取样,切面与肌纤维走向垂直,修成长 0.5 cm、宽 0.5 cm、厚 0.3 cm 的组织块,先置于液氮速冻,再转移至 -70℃ 保存,冰冻切片,切片厚度为 10 μm,每个组织块作 5 张连续切片,ATPase 染色法染色,封片,

显微镜观察测量。在10倍镜下选取视野进行观察,每组切片选取1~2个完整肌束,每只鸡共取6~7个肌束。用Image-Pro Plus 4.5分析软件分析不同类型肌纤维的面积和含量(即占整个肌束的比例)。

1.6 数据处理

数据均以平均数±标准误表示,采用SPSS11.0 for windows 进行统计分析,单因子方差分析(One-Way ANOVA, LSD)检验组间差异显著性。 $P < 0.05$ 表示差异显著; $P < 0.01$ 表示差异极显著。

2 试验结果

2.1 大豆黄酮对母鸡蛋品质的影响

与对照组相比,母鸡添喂大豆黄酮后,种蛋的蛋壳厚度和蛋壳比重分别增加了0.03 mm ($P < 0.01$)和0.45% ($P < 0.05$),但蛋壳强度无显著性变化 ($P > 0.05$)。大豆黄酮组种蛋的Haugh单位,比对照组平均增加了4个单位 ($P < 0.05$);而大豆黄酮处理不影响平均蛋重及其相对比重 ($P > 0.05$),见表1。

2.2 大豆黄酮对出雏率的影响

与对照组相比,母鸡添喂大豆黄酮后,入孵蛋出雏率(76.5%)和受精蛋出雏率(85.5%)分别降低了11.5%和8.3% ($P < 0.05$)(图1)。

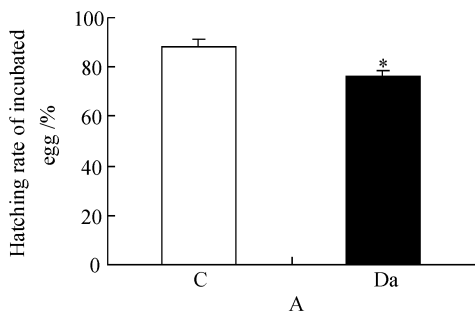
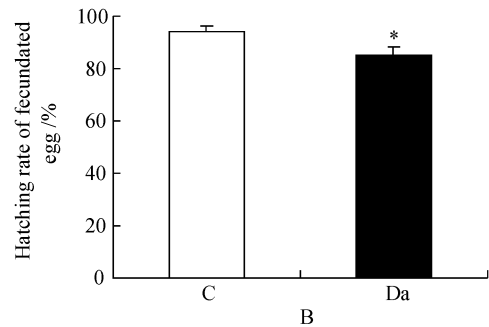


表1 母鸡添喂大豆黄酮对种蛋品质的影响
Table 1 Effects of dietary daidzein supplementation of broiler breeders on egg quality (n=30)

	对照组 Control	大豆黄酮组 Daidzein
平均蛋重 / g	60.67±0.75	59.56±0.68
蛋壳重 / g	7.45±0.11	7.50±0.13
蛋壳比例 / %	12.12±0.13	12.57±0.15*
蛋黄重 / g	19.15±0.33	19.32±0.25
蛋黄比例 / %	31.77±0.29	32.30±0.36
蛋清重 / g	32.71±0.40	31.47±0.50
蛋清比例 / %	56.08±0.37	55.05±0.39
蛋形指数	1.33±0.01	1.34±0.01
蛋壳强度/(kg/cm ²)	13.00±0.30	13.40±0.50
蛋壳厚度 / mm	0.32±0.01	0.35±0.01**
Haugh 单位	76.98±1.33	80.98±1.13*
蛋黄颜色	9.90±0.20	10.00±0.20
蛋黄指数	0.48±0.01	0.48±0.01

数据用 $means \pm SEM$ 表示;*. $P < 0.05$; **. $P < 0.01$, 下表同

Values were expressed as $means \pm SEM$; *. Indicating significant differences ($P < 0.05$), **. $P < 0.01$. The same as below



A. 入孵蛋出雏率; B. 受精蛋出雏率; *. $P < 0.05$

A. Hatching rate of hatched egg; B. Hatching rate of fecundated egg; *. Indicating significant differences ($P < 0.05$)

图1 母鸡添喂大豆黄酮对种蛋出雏率的影响

Fig. 1 Effects of dietary daidzein supplementation on egg hatching rate of broiler breeders

2.3 大豆黄酮对肌肉生长的影响

从表2可以看出,母鸡添喂大豆黄酮后,对后代仔鸡生长速度的影响较小 ($P > 0.05$);雌性仔鸡的

胸肌率和腿肌率分别降低了1.02%和1.26% ($P < 0.01$),见表2。

表 2 母鸡添喂大豆黄酮对仔鸡屠宰指标的影响

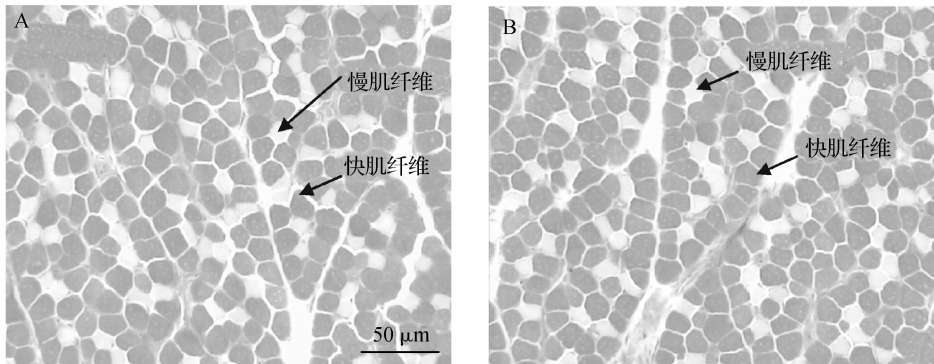
Table 2 Effects of dietary daidzein supplementation of broiler breeders on carcass of 63-day-old broilers(n=20)

性状 Traits	公雏		母雏	
	对照组 Control	大豆黄酮组 Daidzein	对照组 Control	大豆黄酮组 Daidzein
平均体重 / g	1 451.60±36.30	1 371.80±34.50	945.90±26.90	947.70±19.10
胸肌重 / g	131.80±4.60	119.30±3.30*	85.50±3.10	82.40±2.10
胸肌率 / %	13.13±0.22	12.51±0.31	14.20±0.26	13.18±0.18**
腿肌重 / g	198.00±6.10	186.20±6.10	112.60±3.00	105.60±2.30
腿肌率 / %	20.34±0.30	20.00±0.39	18.37±0.31	17.11±0.24**

2.4 大豆黄酮对肌纤维类型的影响

图 2 显示 63 日龄仔鸡腿肌腓肠肌外侧头切片 ATPase 染色的结果。照片中染色较深的是 AT-Pase 活性较强的快肌纤维,而染色较浅的是 AT-

Pase 活性较弱的慢肌纤维(图 2)。统计结果表明:母鸡添喂大豆黄酮后,不影响后代仔鸡腿肌的肌纤维类型,快慢肌比例、快慢肌密度以及快慢肌的横截面积均未见显著变化($P > 0.05$),见表 3。



A. 对照组; B. 大豆黄酮组
A. Control; B. Daidzein group

图 2 腓肠肌外侧头组织切片(ATPase 染色)

Fig. 2 Morphology of the lateral gastrocnemius of 63-day-old broilers (ATPase staining)

表 3 母鸡添喂大豆黄酮对仔鸡腿肌腓肠肌肌纤维类型的影响

Table 3 Effects of dietary daidzein supplementation of broiler breeders on types of musck fible(n=3)

性状 Traits	公雏		母雏	
	对照组 Control	大豆黄酮组 Daidzein	对照组 Control	大豆黄酮组 Daidzein
快肌纤维含量 / % Contents of fast myofibers	84.5±0.6	83.5±1.7	83.8±2.7	83.1±3.3
慢肌纤维含量 / % Contents of slow myofibers	15.5±0.6	16.5±1.7	16.9±3.3	16.2±2.7
快肌密度 / (n/mm ²) Densities of fast myofibers	6 619±330	5 451±578	4 548±892	4 874±738
慢肌密度 / (n/mm ²) Densities of slow myofibers	1 218±52	1 097±216	911±206	1 015±368
快肌纤维平均横截面积 / μm ² Average cross-sectional areas of fast myofibers	103.3±2.1	128.0±14.1	172.2±32.1	154.6±20.3
慢肌纤维平均横截面积 / μm ² Average cross-sectional areas of slow myofibers	54.1±1.8	76.0±8.0	86.9±13.0	74.2±9.2

2.5 大豆黄酮对肉质指标的影响

从表 4 可以看出,母鸡添喂大豆黄酮后,后代仔鸡胸肌和腿肌的滴水损失率均有所降低,雄性仔鸡腿肌的 24 h 滴水损失率极显著降低($P < 0.01$); 24 h 蒸煮损失率也有不同程度的降低,尤其对雌性仔鸡影响较显著,胸肌和腿肌的 24 h 蒸煮损失率分别降低了 1.37% 和 1.90% ($P < 0.05$)。肉色评定

结果表明:与对照组相比,母鸡添喂大豆黄酮后显著提高了仔鸡胸肌的黄色,雌、雄仔鸡胸肌的黄色分别升高了 2.11 和 1.59 ($P < 0.05$),而雄性仔鸡腿肌的亮度增加了 2.53 ($P < 0.01$); pH 值测定结果显示,母鸡添喂大豆黄酮后对仔鸡肌肉的 pH 值无显著影响 ($P > 0.05$),见表 4。

表 4 母鸡添喂大豆黄酮对仔鸡肉质评定指标的影响

Table 4 Effects of dietary daidzein supplementation of broiler breeders on meat quality (n=20)

性状 Traits	公雏		母雏	
	对照组 Control	大豆黄酮组 Daidzein	对照组 Control	大豆黄酮组 Daidzein
滴水损失率 _{24 h} / % Drop loss _{24 h}	2.40 ± 0.18	2.43 ± 0.22	1.98 ± 0.24	1.57 ± 0.15
滴水损失率 _{48 h} / % Drop loss _{48 h}	4.63 ± 0.35	4.72 ± 0.31	4.72 ± 0.49	4.12 ± 0.35
胸肌 Breast muscle				
蒸煮损失率 _{24 h} / % Cooking loss _{24 h}	13.97 ± 0.50	12.82 ± 0.28	13.99 ± 0.50	12.62 ± 0.42*
pH _{45 min}	5.81 ± 0.04	5.84 ± 0.07	5.90 ± 0.05	5.94 ± 0.06
pH _{24 h}	5.49 ± 0.07	5.52 ± 0.06	5.32 ± 0.05	5.23 ± 0.03
亮度 Light (L)	52.04 ± 1.02	52.70 ± 0.97	52.33 ± 0.75	54.40 ± 1.05*
红度 Red (a)	0.76 ± 0.34	1.25 ± 0.24	3.08 ± 0.55	2.17 ± 0.47
黄度 Yellowness (b)	7.50 ± 0.55	9.09 ± 0.51*	10.58 ± 0.59	12.69 ± 0.82*
腿肌 Leg muscle				
滴水损失率 _{24 h} / % Drop loss _{24 h} / %	1.76 ± 0.19	1.06 ± 0.05**	1.27 ± 0.11	1.06 ± 0.07
滴水损失率 _{48 h} / % Drop loss _{48 h} / %	3.16 ± 0.22	2.78 ± 0.16	3.25 ± 0.24	3.13 ± 0.26
蒸煮损失率 _{24 h} / % Cooking loss _{24 h} / %	14.05 ± 0.90	12.76 ± 1.00	14.42 ± 0.58	12.52 ± 0.71*
pH _{45 min}	6.00 ± 0.05	5.95 ± 0.04	6.07 ± 0.04	6.03 ± 0.06
pH _{24 h}	5.98 ± 0.10	5.96 ± 0.06	6.08 ± 0.03	6.07 ± 0.06
亮度 Light (L)	42.95 ± 0.52	45.48 ± 0.32**	48.16 ± 1.38	47.21 ± 0.97
红度 Red (a)	12.36 ± 0.38	11.57 ± 0.47	11.10 ± 1.16	12.66 ± 1.03
黄度 Yellowness (b)	7.23 ± 0.49	7.85 ± 0.56	10.94 ± 1.08	9.42 ± 0.61

3 讨论

3.1 大豆黄酮对母鸡产蛋量和蛋品质的影响

大豆黄酮(Daidzein, Da)属于异黄酮类植物雌激素,具有类雌激素和抗雌激素双重生物学作用^[12]。当机体内源性雌激素水平较低时, Da 与体内雌激素受体结合,发挥其类雌激素作用,参与调节垂体黄体生成素(Luteinizing hormone, LH)和卵泡刺激素(Follicle-stimulating hormone, FSH)的合成与分泌,从而提高畜禽的生殖能力^[13~15];反之,

当内源性雌激素水平较高时,大豆黄酮则发挥抗雌激素效应,使得动物的生殖性能下降^[16, 17]。本试验结果也表明,在产蛋后期肉种鸡饲料中添加 10 mg/kg 的大豆黄酮能显著提高产蛋率(数据未列出),与以往报道的研究结果相一致^[13, 17]。

尹靖东等研究表明,在 28 周龄母鸡日粮中添喂 10 或 40 mg/kg Da 均可显著降低蛋黄重量,同时显著降低蛋黄中胆固醇的浓度^[18]。我们以往的研究也表明,在产蛋后期绍兴鸭饲料中添加 10 mg/kg Da 后,蛋黄的相对比重显著降低,其原因与大豆黄酮显著增加排卵的速度有关^[13]。而本试验在产蛋

后期肉种蛋鸡日粮中添喂 10 mg/kg Da 后,对平均蛋重以及蛋黄、蛋白的相对比重无显著影响,与以往研究结果不一致,其原因可能与试验动物和动物年龄不同有关,但其确切原因尚不清楚。本试验结果显示,肉种蛋鸡产蛋后期添喂 10 mg/kg Da 可显著增加蛋壳厚度和蛋壳比重,而蛋壳厚度的增加导致了种蛋孵化率的显著降低。以往的研究也发现,在产蛋后期蛋鸡饲料中添喂 5 mg/kg 的大豆黄酮,可显著增加所产蛋的蛋壳厚度和强度,其机制可能与机体对钙离子的吸收增加有关^[15, 19]。此外,添加大豆黄酮显著增加了蛋清的 Haugh 单位,提高了种蛋的新鲜度。因此,作为饲料添加剂,大豆黄酮应慎用于种畜禽;而应用在商品蛋鸡上则可增加鸡蛋的新鲜度,增加蛋壳厚度而降低破壳率,从而有利于蛋的保存和运输。

3.2 大豆黄酮对后代仔鸡生长的影响

在哺乳动物上的研究表明,在怀孕后期母猪日粮中添加一定剂量的大豆黄酮可以提高雄性仔猪的出生重^[10, 11]。从而提示,母源性添加的大豆黄酮可以将信号传递到子代并影响其生长发育。大豆黄酮作为植物雌激素的一种,在自然界中主要以结合型的形式存在。鸟类采食豆类饲料后,结合型的大豆黄酮在肠道微生物的作用下分解成游离型的大豆黄酮或进一步代谢成雌马酚被机体吸收,大豆黄酮和雌马酚又可以通过血液运输至蛋黄中沉积^[9]。以往的研究表明,产蛋后期母鸭日粮中添喂 5 mg/kg 的 Da,显著降低了蛋黄比重和雏鸭的出壳重,但出雏后生长速度较快,在 4 周龄时体重赶上并超过对照组,可能与生长轴(下丘脑-垂体-肝脏或肌肉)上关键激素的合成与分泌的改变有关^[13]。此外,大豆黄酮还可以通过改变内源性雌激素水平或者碱性磷酸酶(AKP)活性对骨骼发育产生影响^[20]。本试验结果表明,在产蛋后期肉种母鸡饲料中添加 10 mg/kg Da 对后代仔鸡出雏重以及后期体重无显著影响,但显著降低了胸肌率和腿肌率,对雌性仔鸡的影响尤为显著。

肌肉生长主要由肌纤维的数量和直径的大小决定。鸡在出壳后肌纤维的数量不再增加,肌肉重量的增加主要依靠纤维直径的增大。一般情况下,生长速度慢的比生长速度快的肌纤维直径细,而肌纤维愈细、密度愈大、肌肉越鲜嫩^[21]。母鸡添喂大豆黄酮后,显著降低雌性仔鸡胸肌和腿肌比重,但腿肌腓肠肌的肌纤维类型、密度和横截面积无显著变化,

与 Rehfeldt 等在猪的研究结果相一致^[11]。

3.3 大豆黄酮对后代仔鸡肉品质相关指标的影响

大豆黄酮处理组后代仔鸡胸肌和腿肌的滴水损失率均有所降低,雄性仔鸡腿肌的 24 h 滴水损失率极显著降低;24 h 蒸煮损失率也有不同程度的降低,尤其对雌性仔鸡影响较显著。通过测定肌肉系水力、滴水损失和蒸煮损失可对肌肉的系水特性进行综合评定,且三者间存在相关性,其中肉样滴水损失和蒸煮损失越低,系水力越高,肉品质越好^[22]。从而提示:母源性添加 Da 在一定程度上可改善后代仔鸡的肌肉品质。

对肉色的测定结果表明,母鸡饲喂 Da 后其后代雌性仔鸡胸肌亮度(L 值)和黄度(b 值)显著升高,雄性仔鸡胸肌黄度显著升高;雄性仔鸡腿肌的亮度显著增加。对火鸡和肉鸡的研究发现,肉色与其他肉质指标密切相关,肉色 L 值和 b 值与 pH 值呈负相关,a 值与 pH 则呈正相关^[23, 24];同时 L 值与滴水损失和蒸煮损失呈正相关,L 值和 b 值与系水力之间呈负相关,a 值则与系水力呈正相关^[25]。本试验未发现肉色与其他肉质指标之间的相关性,而雄仔鸡黄度的增加可能跟肌肉中色素的沉积有关^[26]。

动物宰后肌肉的 pH 变化反应了肌肉内能量和物质的代谢变化过程,在这个过程中,肌肉的 pH 会逐渐降低,较低的 pH 值可以抑制破坏性微生物的大量繁殖,防止肉腐败^[22]。本试验结果表明,胸肌的 pH 值在 24 h 内变化较大,而腿肌的 pH 值基本无变化,这可能跟胸肌(酵解型)和腿肌(混合型)的肌纤维类型有关。

总之,本试验结果表明,在肉种鸡产蛋后期添喂大豆黄酮可显著增加其产蛋率、蛋壳厚度和蛋的新鲜度;但显著降低种蛋的出雏率、后代仔鸡的胸肌和腿肌率;对后代仔鸡肌纤维发育无显著影响,但一定程度上改善宰杀后的肌肉品质。因此,作为饲料添加剂,Da 应慎用于种蛋禽,但在商品蛋禽上则有良好的应用前景。

参考文献:

- [1] Kuiper G G, Lemmen J G, Carlsson B, *et al.* Interaction of estrogenic chemicals and phytoestrogens with estrogen receptor beta [J]. *Endocrinology*, 1998, 139: 4 252~4 263.
- [2] Kuiper G G, Shughrue P J, Merchenthaler I, *et al.* The estrogen receptor beta subtype: a novel mediator

- of estrogen action in neuroendocrine systems [J]. *Front Neuroendocrinol*, 1998, 19: 253~286.
- [3] Beck V, Rohr U, Jungbauer A. Phytoestrogens derived from red clover: an alternative to estrogen replacement therapy? [J]. *Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology*, 2005, 23 (94): 499~518.
- [4] Sirtori C R, Arnoldi A, Johnson S K. Phytoestrogens: end of a tale? [J]. *Annals of Medicine*, 2005, 37 (6): 423~438.
- [5] Han Z K, Wang G J, Yao W, *et al.* Isoflavonic phytoestrogens-new prebiotics for farm animals: a review on research in China [J]. *Curr Issues Intestinal Microbiol*, 2006, 7 (2): 53~60.
- [6] Shutt D A. The effects of plant oestrogens on animal reproduction [J]. *Endeavour*, 1976, 35: 110~113.
- [7] Shutt D A, Cox R I. Steroid and phyto-oestrogen binding to sheep uterine receptors *in vitro* [J]. *J Endocrinol*, 1972, 52: 299~310.
- [8] Adlercreutz H, Fotsis T, Kurzer M S, *et al.* Isotope dilution gas chromatographic-mass spectrometric method for the determination of unconjugated lignans and isoflavonoids in human feces, with preliminary results in omnivorous and vegetarian women [J]. *Anal Biochem*, 1995, 225(1): 101~108.
- [9] Saitoh S, Sato T, Harada H, *et al.* Biotransformation of soy isoflavone-glycosides in laying hens; intestinal absorption and preferential accumulation into egg yolk of equol, a more estrogenic metabolite of daidzein [J]. *Biochimica Biophysica Acta-reviews on Cancer*, 2004, 24 (2): 122~130.
- [10] Ren M Q, Kuhn G, Wegner J, *et al.* Feeding daidzein to late pregnant sows influences the estrogen receptor beta and type 1 insulin-like growth factor receptor mRNA expression in newborn piglets [J]. *Journal of Endocrinology*, 2001, 170 (1): 129~135.
- [11] Rehfeldt C, Adamovic I, Kuhn G. Effects of dietary daidzein supplementation of pregnant sows on carcass and meat quality and skeletal muscle cellularity of the progeny [J]. *Meat Science*, 2007, 75(1): 103~111.
- [12] Cassidy A. Potential risks and benefits of phytoestrogen-rich diets [J]. *International Journal for Vitamin Nutrition Research*, 2003, 73: 120~126.
- [13] Zhao R Q, Wang Y J, Zhou Y C, *et al.* Dietary daidzein influences laying performance of ducks (*Anas platyrhynchos*) and early post-hatch growth of their hatchlings by modulating gene expression [J]. *Comparative Biochemistry and Physiology A-molecular & Integrative Physiology*, 2004, 138 (4): 459~466.
- [14] 王根林. 大豆黄酮对动物生殖神经内分泌的影响及作用机理研究 [D]. 南京: 南京农业大学, 1998.
- [15] 周振雷, 侯加法, 陈杰. CT2000、T101 在集约化鸡场的应用及其对蛋壳品质的影响 [J]. *畜牧与兽医*, 2002, 34(11): 4~6.
- [16] Setchell K D, Cassidy A. Dietary isoflavones: biological effects and relevance to human health [J]. *Journal of Nutrition*, 1999, 129: 758~767.
- [17] Zhao R Q, Zhou Y C, Ni Y D, *et al.* Effect of daidzein on egg-laying performance in Shaoxing duck breeders during different stages of the egg production cycle [J]. *British Poultry Science*, 2005, 46 (2): 175~181.
- [18] 尹靖东, 齐广海, 张萍, 等. 大豆黄酮对鸡蛋胆固醇及其氧化性的影响 [J]. *中国农业科学*, 2004, 37(5): 756~761.
- [19] Arjmandi B H, Khalil D A, Hollis B W. Soy protein: its effects on intestinal calcium transport, serum vitamin D, and insulin-like growth factor-I in varietalized rats [J]. *Calcified Tissue International*, 2002, 70: 483~487.
- [20] Choi E M, Suh K S, Kim Y S, *et al.* Soybean ethanol extract increases the function of osteoblastic MC3T3-E1 cells [J]. *Photochemistry*, 2001, 56: 733~739.
- [21] 吴信生, 陈国宏, 陈宽维. 中国部分地方鸡种肌肉组织学特点及其肉品质的比较研究 [J]. *江苏农学院学报*, 1998, 19 (4): 52~58.
- [22] Allen C D, Fletcher D L, Northcutt J K, *et al.* The relationship of broiler breast color to meat quality and shelf-life [J]. *Poultry Science*, 1998, 77: 361~366.
- [23] Owens C M, Hirschler E M, Mc Kee S R, *et al.* The characterization and incidence of pale, soft, exudative turkey meat in a commercial plant [J]. *Poultry Science*, 2000, 79: 553~558.
- [24] Qiao M, Fletcher D L, Smith D P, *et al.* The effect of broiler breast meat color on pH, water-holding capacity and emulsification capacity [J]. *Poultry Science*, 2001, 80: 676~680.
- [25] Fletcher D L, Qiao M, Smith D P. The relationship of raw broiler breast meat and pH to cooked meat color and pH [J]. *Poultry Science*, 2000, 79: 784~788.
- [26] Von Elbe J H, Schwarta S J. *Food chemistry* [M]. Fennema O R (Ed.). New York, 1996.