

植物甾醇对蛋鸡产蛋后期生产性能、鸡蛋胆固醇含量及血清生殖激素水平的影响

王龙昌 顾莞婷 周岩民 王恬
(南京农业大学动物科技学院, 南京 210095)

摘要 选用1500羽520日龄伊莎褐商品蛋鸡,随机分成5组,每组6个重复,第1组为对照组,试验组日粮中分别添加5、10、20和40 mg/kg植物甾醇,研究植物甾醇对蛋鸡产蛋后期生产性能、鸡蛋胆固醇含量及血清生殖激素水平的影响。结果表明,与对照组相比,添加植物甾醇对蛋鸡产蛋后期的平均蛋重及产蛋率均无显著影响,但能降低死淘率,20 mg/kg的植物甾醇添加量效果较好;降低了蛋黄的胆固醇含量;试验前期,试验组血清的生殖激素水平无显著变化,试验后期,第2和5组的雌二醇(E2)有显著提高,第2和4组的促黄体素(LH)明显降低,试验组的促卵泡素(FSH)及促乳素(PRL)均无显著影响。

关键词 植物甾醇 生产性能 胆固醇 生殖激素 蛋鸡

植物甾醇(phytosterols, PS)是3位羟基的类甾醇化合物,以环五烷全氢菲为主体骨架,结构与胆固醇类似,只是在C₁₇上的侧链是10碳基团而不是8碳基团。目前从植物中已鉴定出40多种植物甾醇,研究较多的主要有β-谷甾醇、豆甾醇、菜油甾醇和菜籽甾醇。植物甾醇是一种天然活性物质,主要来源于植物油、坚果和植物种子中,也存在于其他植物性食物如蔬菜水果中^[1-2]。植物甾醇其对人和动物的主要生理功能有^[1,3-9]:①降低总胆固醇及低密度脂蛋白胆固醇水平;②抗氧化、抗癌、抗炎作用;③调节动物生长,促进健康;④增强动物非特异性免疫功能;⑤类激素功能据报道。并且适量的天然来源植物甾醇对动物无明显毒害或副作用,具有很高的安全性^[2-10],已被开发成功能性食品^[3]。高胆固醇膳食是导致心血管疾病的重要因素,禽蛋的胆固醇含量普遍较高,因此,降低禽蛋中胆固醇含量对维护人类健康有重要作用。植物甾醇的类激素功能已有试验研究报道^[1,3,5],但相关争议一直存在,有学者认为,植物甾醇的类雌激素活性功能可能会对人和动物的激素代谢和生殖生长功能存在一定影响^[6-11],因此,研究植物甾醇对动物激素水平的影响

也有重要意义。

研究表明,在饲料中添加适量植物甾醇可改善动物生产性能,提高经济效益;并且能降低血液总胆固醇、低密度脂蛋白胆固醇水平,提高血液抗氧化酶的活性^[12-15]。植物甾醇在蛋鸡生产上的应用研究尚未见报道。对植物甾醇类激素功能的报道不完全一致并且几乎都集中在啮齿类动物和鱼虾上,在家禽上尚未见报道。本试验通过将植物甾醇产品应用于蛋鸡配合饲料中,研究其对蛋鸡产蛋后期生产性能、鸡蛋胆固醇含量及血清生殖激素水平的影响,为植物甾醇在蛋禽饲料中的合理应用及作用机制探索提供参考依据。

1 材料与试验方法

1.1 试验材料与试验动物

植物甾醇由江苏春之谷生物制品有限公司提供,甾醇含量见表1。

520日龄蛋鸡,由江苏南京康欣禽场提供。

表1 试验用植物甾醇产品成分表

类别	总甾醇	β-谷甾醇	菜油甾醇	豆甾醇	菜籽甾醇
产品标准/%	≥90.0	≥40.0	≥20.0	≥17.0	/
检测含量/%	91.00	40.95	24.57	21.84	3.64

1.2 试验设计与饲养管理

选取1500羽体质健康的520日龄伊莎褐商品蛋

基金项目:国家重点基础研究发展计划(973)(2004CB117500),江苏省科技攻关项目(BE2006332)

收稿日期:2007-09-05

作者简介:王龙昌,男,1983年出生,硕士,动物营养与饲料科学
通讯作者:王恬,男,1958年出生,教授,博士生导师,动物营养与饲料科学

鸡,随机分成 5 组,每组 6 个重复,每个重复 50 羽,分别饲喂 5 种日粮:第 1 组,基础日粮(对照组);第 2 组,基础日粮 + 5 mg/kg 植物甾醇;第 3 组,基础日粮 + 10 mg/kg 植物甾醇;第 4 组,基础日粮 + 20 mg/kg 植物甾醇;第 5 组,基础日粮 + 40 mg/kg 植物甾醇。

试验蛋鸡采用 3 层层叠笼饲养,自由饮水和采食,16 h 连续光照,免疫程序按常规进行。饲养试验于 2006 年 11 月 6 日至 12 月 31 日在南京农业大学实验基地南京康欣禽场进行,为期 56 d,第一周为预试期,之后为正试期。

1.3 试验日粮

试验用蛋鸡基础日粮根据蛋鸡产蛋后期营养需要配制,除各组添加不同剂量的植物甾醇外,其他营养成分均相同。饲料为粉状料。蛋鸡基础日粮配方及营养水平见表 2。

表 2 基础日粮配方及营养水平

饲料成分	质量分数/%	营养指标	营养水平
玉米	60.82	代谢能/Mcal/kg	2.62
豆粕	20	粗蛋白/%	15.5
活性蛋白	2	赖氨酸/%	0.67
麦麸	2	蛋氨酸/%	0.33
磷酸氢钙	0.8	钙/%	3.42
石粉	9	有效磷/%	0.45
食盐	0.3	蛋氨酸+胱氨酸/%	0.60
松针粉	2		
蛋氨酸	0.08		
沸石粉	2		
预混料	1		
合计	100		

1.4 指标测定及方法

每天记录各个重复中蛋鸡的死淘数、产蛋数及产蛋重,饲养结束后统计每周及全期的平均蛋重、产蛋率及死淘率。

试验结束时,每个重复取一个鸡蛋,测其蛋黄的

总胆固醇含量(T-CHO)。测定时,先分离出蛋黄,在蛋黄中心取样经皂化处理采用试剂盒方法测定,试剂盒由上海荣盛生物技术有限公司提供。

试验期第 2 天(试验前期)和结束(试验后期)时,每个重复随机抽取 2 羽蛋鸡(即每组 12 个重复)进行翅静脉采血,置于干净离心管中,待血清析出后,在低温离心机中以 3 000 r/min 离心 15 min,取上清液分装,制成的血清置于 -20 °C 冰柜中保存备用。用放射免疫分析方法测定血清促乳素(PRL)、雌二醇(E₂)、促卵泡素(FSH)及促黄体素(LH),所用试剂由北京福瑞生物工程公司提供。

1.5 数据统计分析

试验数据采用 Excel 2003 进行初步处理后用 SPSS11.5 软件进行统计,用单因子方差(One - Way ANOVA)分析进行差异显著性检验,多重比较采用最小显著差数法(LSD),结果以平均数 ± 标准误(Mean ± SE)表示。

2 结果与分析

2.1 植物甾醇对产蛋后期蛋鸡生产性能的影响

与对照组相比,第 2、3 组全期产蛋率分别升高 1.05%、2.59%,各试验组差异均不显著(P > 0.05)(表 3);第 2、5 组全期平均蛋重分别升高 3.13%、0.12%,各试验组差异均不显著(P > 0.05)(表 4);试验组均有降低死淘率的趋势,其中第 4 组死淘率显著降低,第 2、3、4、5 组死淘率分别比对照组降低 28.69%、42.83%、78.59%(P < 0.05)、50.11%(表 5)。

2.2 植物甾醇对鸡蛋中蛋黄总胆固醇水平的影响

由表 6 可知,与对照组相比,试验组鸡蛋蛋黄的胆固醇含量均有不同程度的降低,第 2、3、4、5 组鸡蛋中总胆固醇水平分别降低 4.26%、16.73%(P < 0.05)、4.85%、4.56%。

表 3 植物甾醇对蛋鸡产蛋率的影响(单位:%)

时间	第 1 组	第 2 组	第 3 组	第 4 组	第 5 组
第 1 周	68.89 ± 1.91 ^{ab}	62.90 ± 2.84 ^b	71.04 ± 0.95 ^a	75.50 ± 2.69 ^a	69.49 ± 2.45 ^{ab}
第 2 周	65.37 ± 2.59 ^{ab}	62.64 ± 2.18 ^b	68.02 ± 1.35 ^{ab}	72.14 ± 3.37 ^a	65.98 ± 2.80 ^{ab}
第 3 周	57.10 ± 3.38 ^a	56.15 ± 2.59 ^a	60.32 ± 2.47 ^a	63.52 ± 5.39 ^a	61.03 ± 1.33 ^a
第 4 周	56.81 ± 3.04 ^a	56.44 ± 2.36 ^a	60.44 ± 2.47 ^a	59.87 ± 4.95 ^a	58.15 ± 1.64 ^a
第 5 周	60.50 ± 3.64 ^a	62.35 ± 3.72 ^a	60.79 ± 1.46 ^a	52.10 ± 6.74 ^a	56.40 ± 1.62 ^a
第 6 周	54.40 ± 4.03 ^{ab}	59.81 ± 3.26 ^a	55.54 ± 1.91 ^a	42.18 ± 7.03 ^{bc}	40.63 ± 3.52 ^c
第 7 周	49.97 ± 3.93 ^a	57.11 ± 3.76 ^a	47.65 ± 2.76 ^{ab}	36.78 ± 6.50 ^b	34.92 ± 3.44 ^c
全期	59.01 ± 3.10 ^a	59.63 ± 2.62 ^a	60.54 ± 1.63 ^a	57.44 ± 4.98 ^a	55.23 ± 1.95 ^a

注:同行肩注不同小写字母表示差异显著(P < 0.05),不同大写字母表示差异极显著(P < 0.01),下同

表4 植物甾醇对蛋鸡平均蛋重的影响(单位:g/个)

时间	第1组	第2组	第3组	第4组	第5组
第1周	64.23 ± 0.11 ^a	64.03 ± 0.28 ^a	64.19 ± 0.54 ^a	64.75 ± 0.43 ^a	63.52 ± 0.66 ^a
第2周	64.43 ± 0.38 ^b	64.13 ± 0.27 ^{ab}	65.02 ± 0.48 ^a	64.48 ± 0.36 ^a	64.63 ± 0.48 ^a
第3周	63.82 ± 0.23 ^a	64.11 ± 0.25 ^a	64.18 ± 0.47 ^a	63.84 ± 0.22 ^a	64.15 ± 0.33 ^a
第4周	63.12 ± 1.58 ^a	63.68 ± 1.30 ^a	62.97 ± 1.42 ^a	62.95 ± 1.53 ^a	63.03 ± 1.68 ^a
第5周	65.53 ± 0.22 ^a	64.67 ± 0.23 ^b	65.47 ± 0.33 ^a	65.29 ± 0.29 ^{ab}	65.69 ± 0.23 ^a
第6周	66.18 ± 0.26 ^a	65.09 ± 0.18 ^b	65.29 ± 0.29 ^{ab}	65.16 ± 0.63 ^b	65.92 ± 0.63 ^{ab}
第7周	65.42 ± 0.13 ^a	65.09 ± 0.43 ^a	65.69 ± 0.23 ^a	64.75 ± 0.40 ^a	65.34 ± 0.39 ^a
全期	64.53 ± 0.29 ^a	66.55 ± 2.18 ^a	64.52 ± 0.33 ^a	64.51 ± 0.27 ^a	64.64 ± 0.30 ^a

表5 植物甾醇对蛋鸡死淘率的影响(单位:%)

时间	第1组	第2组	第3组	第4组	第5组
全期	4.67 ± 0.84 ^a	3.33 ± 1.23 ^{ab}	2.67 ± 1.33 ^{ab}	1.00 ± 0.68 ^b	2.33 ± 0.80 ^{ab}

表6 植物甾醇对鸡蛋中蛋黄总胆固醇水平的影响

组别	第1组	第2组	第3组	第4组	第5组
T-CHO/mg/g	27.44 ± 1.13 ^a	26.27 ± 1.91 ^a	22.85 ± 1.17 ^b	26.11 ± 0.54 ^a	26.19 ± 0.66 ^a

表7 植物甾醇对蛋鸡血清生殖激素水平的影响

时期	生殖激素	第1组	第2组	第3组	第4组	第5组
前期	E ₂ /pg/mL	633.68 ± 16.85 ^{ab}	604.28 ± 19.39 ^b	653.45 ± 9.93 ^a	614.89 ± 16.31 ^{ab}	655.76 ± 11.20 ^a
	LH/IU/L	4.50 ± 0.41 ^a	3.88 ± 0.41 ^a	5.08 ± 0.26 ^a	4.83 ± 0.65 ^a	4.93 ± 0.33 ^a
	FSH/IU/L	8.27 ± 0.44 ^a	8.01 ± 0.32 ^a	8.70 ± 0.14 ^a	8.49 ± 0.29 ^a	8.18 ± 0.22 ^a
	PRL/ng/mL	4.33 ± 0.65 ^a	5.11 ± 0.80 ^a	4.35 ± 0.66 ^a	6.25 ± 0.58 ^a	4.62 ± 0.77 ^a
后期	E ₂ /pg/mL	325.14 ± 77.75 ^{bb}	627.57 ± 103.24 ^{ABb}	527.88 ± 125.41 ^{Bb}	393.03 ± 181.15 ^{Bb}	993.00 ± 58.63 ^{Aa}
	LH/IU/L	9.82 ± 0.22 ^{Aa}	8.53 ± 0.24 ^{Bc}	9.83 ± 0.33 ^{Aa}	8.95 ± 0.39 ^{ABbc}	9.71 ± 0.18 ^{Aab}
	FSH/IU/L	5.65 ± 0.21 ^a	5.45 ± 0.13 ^a	5.58 ± 0.58 ^a	5.63 ± 0.14 ^a	5.89 ± 0.19 ^a
	PRL/ng/mL	14.76 ± 0.59 ^{Aabc}	15.19 ± 0.50 ^{ABab}	12.18 ± 1.93 ^{Bc}	14.39 ± 0.90 ^{Aabc}	17.25 ± 0.49 ^{Aa}

2.3 植物甾醇对产蛋后期蛋鸡血清生殖激素水平的影响

由表7可知,与对照组相比,试验前期,植物甾醇对蛋鸡血清中的雌二醇(E₂)、促黄体素(LH)、促卵泡素(FSH)及促乳素(PRL)均无显著影响($P > 0.05$);试验后期,第2和5组的雌二醇(E₂)有显著提高($P < 0.05$),第2和4组的促黄体素(LH)有明显降低($P < 0.05$),试验组的促卵泡素(FSH)及促乳素(PRL)均无显著影响($P > 0.05$)。

3 讨论

3.1 植物甾醇对产蛋后期蛋鸡生产性能的影响

植物甾醇与能在水中形成分子膜的脂质结合,产生的植物甾醇核糖核蛋白复合体具有促进动物蛋白质合成的功能,所以植物甾醇是一种新型的动物促生长剂,具有生长调节功能并促进动物健康^[1-2,16]。也有观点认为,植物甾醇属于甾体化合

物,在结构上类似于类固醇(甾体)激素,因而可能具有类激素活性,与靶细胞受体结合,激发DNA的转录活动,生成新的mRNA,诱导蛋白质合成,从而达到调节生长及相应的生物效应。据报道,植物甾醇对大鼠生长有调节作用,认为植物甾醇可以调节应激条件下动物的生长^[17]。Nieminen等在欧洲鳊的饲料日粮中分别添加1、5、50 mg (kg·d)的植物甾醇,进行为期14 d的试验,结果表明不同浓度的植物甾醇能提高雄性鳊的体重,但降低雌性鳊的体重^[18]。贾代汉等报道,添加不同浓度植物甾醇有提高肉仔鸡生产性能的趋势,40 mg/kg的添加量效果较好,其对肉仔鸡后期和全期生产性能的效果不如前期显著^[12];日粮中添加植物甾醇能提高生长猪的生产性能,对日增重、饲料利用率和经济效益均有提高的作用趋势^[13]。顾莹婷等试验表明,植物甾醇对提高后期肉鸭(15~40 d)日增重、饲料转化率的效果并不明显,试验组与对照组相比差异均不显著,但平均体重略

有增加^[14]。

本试验表明,添加植物甾醇对蛋鸡产蛋后期的产蛋率、平均蛋重均无显著影响,但有降低死淘率的作用,死淘率分别降低 28.69%、42.83%、78.59% ($P < 0.05$)、50.11%。由于鸡蛋的形成受众多因素的影响,调控机制较为复杂,目前多数调控鸡蛋大小的措施效果都有限。植物甾醇对蛋鸡的生产性能没有产生非常明显的效果,可能是由于后期产蛋鸡的生产目的及生理代谢与生长动物不同,植物甾醇对其不能产生明显的生长调节作用。试验组的死淘率都有所降低,可能是由于植物甾醇能提高蛋鸡的非特异性免疫功能,从而提高其存活率。

3.2 植物甾醇对鸡蛋中蛋黄总胆固醇水平的影响

大量研究表明,适量的植物甾醇能降低肠道胆固醇吸收、减缓胆固醇在肠上皮细胞中的酯化速度、通过 ABC 转动体家族影响胆固醇吸收,有效的降低机体中的胆固醇和低密度脂蛋白胆固醇水平^[9,19,23]。国内植物甾醇作为饲料添加剂的应用探索中,贾代汉和顾莞婷分别研究了其对肉仔鸡(1~42 d)和后期肉鸭(15~40 d)血脂水平的影响,结果表明添加适量的植物甾醇能有效的降低血液中的总胆固醇和低密度脂蛋白胆固醇水平,20 mg/kg 植物甾醇添加组的效果最明显^[14-15]。

本试验表明,植物甾醇对蛋黄的胆固醇水平均有不同程度的降低作用,其中 10~20 mg/kg 植物甾醇添加量的降胆固醇效果较好,当植物甾醇添加量达到 40 mg/kg 时,其降胆固醇效果明显降低,这与相关报道一致,即植物甾醇降胆固醇作用具有剂量依赖关系^[14-15,20]。鸡蛋的形成过程和机制比较复杂,植物甾醇对鸡蛋蛋黄胆固醇的影响机制有待进一步研究。

3.3 植物甾醇对产蛋后期蛋鸡血清生殖激素水平的影响

促卵泡素能刺激卵泡生长和发育,并可在促黄体素的协同作用下刺激卵泡成熟、排卵,并促进雌二醇分泌。促黄体素能诱导排卵前的卵泡生长发育并触发排卵,促进黄体形成并分泌孕酮,提高雌二醇分泌量。雌二醇可提高血钙、血脂和蛋白质的含量,以适应卵泡发育和蛋壳形成的需要。促乳素会抑制性腺机能发育,会通过抑制卵巢对 GTH 的敏感性而引起家禽抱窝,缩短产蛋周期。蛋鸡产蛋量与血浆雌二醇和促乳素水平有一定的相关性^[24],后期产蛋性能的降低与卵泡发育的减缩、血浆中促卵泡素和促黄体素的降低有关^[25]。

植物甾醇在肝脏、肾上腺、卵巢、睾丸等脏器中含量较高,提示其可能被用作甾醇激素前体^[2]。许多学者认为,植物甾醇在化学结构上类似于类固醇,是类固醇激素的合成前体,在体内能表现出一定的激素活性,并且无激素的副作用^[3,26-27]。研究表明,植物甾醇对雌鱼血浆中雌二醇和促黄体素有不同程度的提高作用^[18],对雌鱼血浆中的雌二醇有提高作用^[28]。Malini 等研究表明, β -谷甾醇对大鼠子宫内物质代谢有类似雌激素的作用^[27]。Ling 等给大鼠皮下注射高剂量 0.5~5 mg (kg·d) 的 β -谷甾醇,发现其在体内转化为类雌激素物质^[29]。Mellanen 等发现木源性 β -谷甾醇对 MCF-7 或 T-47D 乳腺癌细胞均表现出雌激素样作用。对鱼可表现出雌激素样作用,可诱导幼鱼和甲基睾丸素处理的虹鳟鱼的肝脏促卵黄素基因的表达,但胆固醇、谷甾醇和其他相似化合物无此作用^[30]。MacLachy 等观察了 β -谷甾醇对金鱼激素分泌的影响,给孵出 4d 的金鱼腹膜内注射 β -谷甾醇后,发现雄性金鱼的睾丸激素和 11-睾丸酮含量显著降低,雌性金鱼的睾丸激素和 17 β -雌二醇水平也显著降低^[31]。这些结果提示 β -谷甾醇可能通过影响胆固醇的生物利用率或一些酶来降低性腺组织合成类固醇激素的能力。本试验中植物甾醇对后期蛋鸡未表现出显著的类激素功能,可能是不同种属和不同时期的动物在应答时存在不同的机制和结果,其具体机理有待进一步研究。

4 结论

4.1 添加植物甾醇对后期蛋鸡的平均蛋重及产蛋率均无显著影响,但能降低死淘率。20 mg/kg 的植物甾醇添加量效果较好。

4.2 添加植物甾醇能降低鸡蛋中蛋黄的胆固醇含量,10~20 mg/kg 植物甾醇添加量效果较好。

4.3 试验前期,试验组血清的生殖激素水平无显著变化;试验后期,第 2 和 5 组的雌二醇(E_2)有显著提高,第 2 和 4 组的促黄体素(LH)有明显降低,试验组的促卵泡素(FSH)及促乳素(PRL)均无显著影响。

参考文献

- [1] Fernandes P, Cabral J M S. Phytosterols: Applications and recovery methods[J]. *Bioresource Technology*, 2007, 98:2335-2350
- [2] 管伟举,谷克仁. 植物甾醇研究进展[J]. *粮食与油脂*, 2006,(3):5-9
- [3] 韩军花. 植物甾醇的性质、功能及应用[J]. *国外医学·卫*

- 生学分册, 2001, 28(5): 285 - 291
- [4] 杨振强, 谢文磊, 李海涛等. 植物甾醇的开发与应用研究进展[J]. 粮油加工与食品机械, 2006, (1): 52 - 55
- [5] 钟建华, 徐方正. 植物甾醇的特性、生理功能及应用[J]. 食品与药品, 2005, (7): 20 - 21
- [6] 王欣, 王枫. 植物固醇的研究新进展[J]. 国外医学·卫生学分册, 2007, 34(2): 98 - 101
- [7] Von Holtz R L, Fink C S, Awad A B. β -Sitosterol activates the sphingomyelin cycle and induces apoptosis in LNCaP human prostate cancer cells[J]. Nutrition Cancer, 1998, 32: 8 - 12
- [8] 李月, 陈锦屏, 段玉峰. 植物甾醇功能及开发前景展望[J]. 粮食与油脂, 2004, (5): 11 - 13
- [9] 贾代汉, 周岩民, 王恬. 植物甾醇降胆固醇作用研究进展[J]. 中国油脂, 2005, 30(5): 55 - 58
- [10] Baker, V A, Hepburn P A, Kennedy S J, et al. Safety evaluation of phytosterol esters. Part 1. Assessment of oestrogenicity using a combination of in vivo and in vitro assays[J]. Food and Chemical Toxicology, 1999, 37: 13 - 22
- [11] Delaney B, Stevens L A, Schmelzer W, et al. Oral absorption of phytosterols and emulsified phytosterols by Sprague - Dawley rats[J]. Journal of Nutritional Biochemistry, 2004, 15(5): 289 - 295
- [12] 贾代汉, 周岩民, 王恬. 植物甾醇对肉鸡生产性能的影响[J]. 畜牧与兽医, 2005, 37(7): 22 - 24
- [13] 贾代汉, 周岩民, 王恬. 植物甾醇对生长猪生产性能影响的研究初探[J]. 粮食与饲料工业, 2005, (6): 34 - 35
- [14] 顾莞婷, 周岩民, 王恬. 植物甾醇对肉鸭生产性能、血液胆固醇含量和胴体品质的影响[J]. 中国粮油学报, 2007, 22(3): 97 - 100
- [15] 贾代汉, 周岩民, 王恬. 植物甾醇对肉鸡血清胆固醇、蛋白质水平和抗氧化酶活性的影响[J]. 中国粮油学报, 2007, 22(2): 88 - 93
- [16] Eugster C, Rivara G. Phytosterols as growth regulators [J]. Panminerva medica, 1995, 37 (4): 228 - 237
- [17] Maitani Y, Isowa K, Naqai T, et al. Morphologic examination of rabbit nasal mucosa after the nasal administration of insulin peanut oil suspension and a powder dosage form with soybean - derived sterylglucoside [J]. Biological & pharmaceutical bulletin, 1995, 18 (6): 887 - 890
- [18] Nieminen P, Mustonen A M, Lindstrom - Seppa P, et al. Phytosterols Act as Endocrine and Metabolic Disruptors in the European Polecat [J]. Toxicology and Applied Pharmacology, 2002, 178: 22 - 28
- [19] Arienne J, Jogchum P, Ronald P. Metabolic effects of plant sterols and stanols (Review) [J]. Journal of Nutritional Biochemistry, 2003, 14: 362 - 369
- [20] Richard E, Ostlund J. Phytosterols in human nutrition [J]. Annual Review of Nutrition, 2002, 22: 533 - 549
- [21] Quílez J, García - Lorda P, Salas - Salvadó J. Potential uses and benefits of phytosterols in diet: present situation and future directions [J]. Clinical Nutrition, 2003, 22(4): 343 - 351
- [22] Shin M J, Lee J H, Jang Y, et al. Micellar phytosterols effectively reduce cholesterol absorption at low doses [J]. Annals of Nutrition and Metabolism, 2005, 49(5): 346 - 351
- [23] Sachiko T, Ernst J, Gert W. Efficacy and dietary implications for the use of plant sterol - enriched foods to lower total and low - density lipoprotein cholesterol levels [J]. Top Clinical Nutrition, 2000, 15(4): 57 - 73
- [24] 张茉莉, 王剑平. 家禽生殖激素的研究进展[J]. 畜牧兽医杂志, 1999, 18(1): 11 - 14
- [25] Ciccone N A, Sharp P J, Wilson P W, et al. Changes in reproductive neuroendocrine mRNAs with decreasing ovarian function in ageing hens [J]. General and Comparative Endocrinology, 2005, 144: 20 - 27
- [26] Brabander H F, Verheyden K, Mortier V, et al. Phytosterols and anabolic agents versus designer drugs [J]. Analytica Chimica Acta, 2007, 586: 49 - 56
- [27] Malini T, Vanithakumari G. Comparative Study of the Effects of β - Sitosterol, Estradiol and Progesterone on Selected Biochemical Parameters of the Uterus of Ovariectomised Rats [J]. Journal of Ethnopharmacol, 1992, 36 (1): 51 - 55
- [28] Lehtinen K J, Mattsson K, Tana J, et al. Effects of Wood - Related Sterols on the Reproduction, Egg Survival, and Offspring of Brown Trout [J]. Ecotoxicology and Environmental Safety, 1999, 42: 40 - 49
- [29] Ling W H, Jones P J H. Minireview dietary phytosterols: a review of metabolism, benefits and side effects [J]. Life Science, 1995, 57(3): 195 - 206
- [30] Mellanen P, Petanen T, Lehtimäki J, Makela S, et al. Wood - derived estrogens: studies in vitro with breast cancer cell and in vivo in trout [J]. Toxicology applied pharmacology, 1996, 136: 381 - 388
- [31] MacLachy D L, Van Der Kraak G J. The phytoestrogen β - sitosterol alters the reproductive endocrine status of goldfish [J]. Toxicology and Applied Pharmacology, 1995, 134: 305 - 312.

Effects of Phytosterols on Performance, Cholesterol Content in Egg Yolk and Reproductive Hormones in Serum of Laying Hens in Late Period of Laying

Wang Longchang Gu Wanting Zhou Yanmin Wang Tian
(College of Animal Science and Technology, Nanjing Agricultural University,
Nanjing 210095)

Abstract To study the effects of phytosterols on performance, cholesterol content in egg yolk and reproductive hormones in serum of layers in late period of laying, 1 500 commercial laying hens of 520 d age were randomly allocated into 5 groups with 6 replicates. The diets of treatments were added with phytosterols by 0, 5, 10, 20, and 40 mg/kg, respectively. Results show that: compared with the control group, there is no significant difference in mean weight of eggs and egg yield of late laying hens, but all doses of phytosterols decrease the mortality of laying hens and 20 mg/kg treatment is the best ($P < 0.05$); the cholesterol contents in egg yolk of experimental groups all decrease; there is no significant difference in reproductive hormones in serum of laying hens in the former period of the experiment, however, in the later period of the experiment, E2 content significantly increases ($P < 0.05$) for 5 and 40 mg/kg treatments, LH content significantly decreases ($P < 0.05$) for 5 and 20 mg/kg treatments, and FSH and PRL contents show no significant change for all experimental treatments.

Key words phytosterols, performance, cholesterol, reproductive hormones, laying hen