

苜蓿皂苷对蛋鸡生产性能和蛋品质的影响

张宪磊，李海洋，李德锋，王成章

(河南农业大学牧医工程学院，河南郑州，450002)

摘要 本文以 460 日龄的褐壳蛋鸡为试验对象，在蛋鸡饲粮中添加不同水平紫花苜蓿皂苷，研究对其生产性能和蛋品质的影响。试验将 200 只蛋鸡随机分为 5 个处理，每个处理 5 个重复，每个重复 8 只鸡。分别饲喂基础日粮(I)，基础日粮+0.5%胆固醇(II)，基础日粮+0.5%胆固醇+120 mg•kg⁻¹ 苜蓿皂苷(III)，基础日粮+0.5%胆固醇+240 mg•kg⁻¹ 苜蓿皂苷(IV)，基础日粮+0.5%胆固醇+480 mg•kg⁻¹ 苜蓿皂苷(V)，试验期为 63d。结果表明：在蛋鸡饲粮中添加胆固醇或胆固醇+不同水平的苜蓿皂苷能改善其产蛋率、增加蛋重、降低料蛋比，其中 0.5%胆固醇+120 mg•kg⁻¹ 组有应用意义。添加胆固醇对蛋黄重改进作用较大；各试验组的蛋黄颜色都有改进，其中 0.5%胆固醇+240 mg•kg⁻¹ 苜蓿皂苷组(IV)和 0.5%胆固醇+480 mg•kg⁻¹ 苜蓿皂苷组(V)的蛋黄颜色显著提高；各试验组的哈氏单位都比对照组提高，其中 0.5%胆固醇+480 mg•kg⁻¹ 组(V)提高显著。综合认为，在蛋鸡饲粮中添加胆固醇或胆固醇+苜蓿皂苷有提高蛋鸡生产性能和蛋品质的作用。

关键字 蛋鸡；苜蓿皂苷；生产性能；蛋品质

Effects of Alfalfa Saponins on Performance and Egg Quality of Laying Hens

ZHANG Xian-lei, LI Hai-yang, LI De-feng, WANG Cheng-zhang

(College of Animal Science and Veterinary Medicine, Henan Agricultural University, Zhengzhou, China, 450002)

Abstract: The objective of the study was to evaluate the effects of alfalfa saponins on performance and egg quality in laying hens by adding cholesterol or cholesterol and different levels alfalfa saponins in diets. A total of 200 Hy-Line Brown laying hens (66-week-old) were randomly assigned to five treatment groups, each treatment had five replicates with eight hens each, and fed on diets supplemented with 0 (control group, I), 0.5% cholesterol(II) , 0.5% cholesterol with 120(III), 0.5% cholesterol with 240(IV), 0.5% cholesterol with 480 mg•kg⁻¹(V) alfalfa saponins (alfalfa saponins groups) respectively for a 9-week experimental period. The result showed that the egg-laying rate and egg weight were improved and the feed conversion ratio was reduction by supplemented cholesterol or cholesterol and different level alfalfa saponins in diets. 0.5% cholesterol and 120 mg•kg⁻¹ alfalfa saponins group can be applied in commercial production. Addition of cholesterol in diets can improve yolk weight and the color of egg yolk can be changed in each

experimental group. The egg yolk color of 0.5% cholesterol with 240 mg•kg⁻¹ alfalfa saponins and 0.5% cholesterol with 480 mg•kg⁻¹ alfalfa saponins groups was significantly improved. The haugh unit of experimental groups were higher than the control group, 0.5% cholesterol with 480 mg•kg⁻¹ alfalfa saponins group was significantly increased. In conclusion, 0.5% cholesterol or 0.5% cholesterol with different level alfalfa saponins were added in the laying hens fodder have a role to improve the production performance and egg quality of laying hens.

Keywords: Laying hen; Alfalfa saponin; Performance; Egg quality

紫花苜蓿(*Medicago sativa L*)是一种多年生的豆科牧草，享有“牧草之王”的美誉，因其具有适口性好、产量高、品质好、蛋白含量高且各种氨基酸平衡等优点而在世界各地广泛种植。研究证明，苜蓿草粉添加在禽类或者其他家畜的饲粮中可以促进动物的生长、繁殖，提高饲料的利用率和胴体品质。

苜蓿皂苷是从紫花苜蓿中提取出来的一种天然物质，是由羟基糖或非糖类化合物的羟基脱水缩合而成的疏水性糖苷缩醛物，主要成分是五环三萜类化合物。苜蓿皂苷有多种生物学活性，包括抗氧化、抗病毒、抗癌、提高免疫力和降血糖等。胆固醇又称胆甾醇，是一种环戊烷多氢菲衍生物，也是动物组织不可缺少的重要物质并广泛存在于动物机体中。胆固醇不但是形成动物体内细胞膜的重要成分，而且调节着质膜的流动性和相变，既是合成胆汁酸、维生素D以及甾体激素的前体物质，也是神经细胞髓壳的组成成分。鉴于鸡蛋中胆固醇对人类的不利影响，降低商品蛋鸡鸡蛋中胆固醇含量有重要意义；皂苷有降低胆固醇的功能，随着苜蓿草粉在蛋鸡饲粮中添加日益增多，有必要研究苜蓿皂苷对蛋鸡生产性能和蛋品质的影响。相关的报道有限，且结果并不一致。Anderson 等报道，在雏鸡饲粮中添加 0.1% 和 0.3% 苜蓿皂苷能抑制雏鸡的生长，饲料转化率降低，但饲粮中添加 1% 的胆固醇后，这些现象消失。Heywang 等指出，蛋鸡日粮中皂苷添加量为 0.26% 或 0.4% 时，会降低蛋鸡的产蛋量。侯永刚研究发现，饲粮中添加 30、60、90 mg•kg⁻¹ 苜蓿皂苷饲喂 400 日龄海蓝褐蛋鸡 60d，其产蛋率、蛋质量均有所提高，料蛋比分别降低了 1.8%、3.7%、3.1%。鉴于此，我们以 460 日龄的产蛋鸡为试验对象，在饲粮中添加 0.5% 的胆固醇和不同水平的苜蓿皂苷，研究其对蛋鸡产蛋后期的生产性能和蛋品质的影响，为产蛋鸡饲粮中胆固醇的营养研究和苜蓿皂苷的添加量提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

本研究所用苜蓿苜皂苷由河北省沧州市宝恩生物科技有限公司提供，提取苜蓿皂苷所用的苜蓿青干草由河北省农科院提供。经紫外分光光度计测定，其苜蓿皂苷含量为 61.19%。蛋鸡试验在河南省郑州市二七区侯寨乡饲养场进行。

1.2 试验设计与分组

试验选用 200 只 460 日龄健康、产蛋率和体重接近的海兰褐壳商品蛋鸡，随机分为 5 个处理，每个处理 5 个重复，每个重复 8 只鸡。采用单因素随机区组设计，在蛋鸡玉米-豆粕型饲粮基础上分别添加 0(对照组, I), 0.5% 的胆固醇(试验 II 组), 0.5% 的胆固醇与 120 mg•kg⁻¹ 的苜蓿皂苷(试验 III 组)，

第六届中国苜蓿发展大会

0.5%的胆固醇与 $240 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 的苜蓿皂苷（试验IV组）和 0.5%的胆固醇与 $480 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 的苜蓿皂苷（试验V组），试验期 63d。蛋鸡试验饲粮配方见表 1。

表 1 日粮组成及营养水平

Table 1 Composition and the nutrient content of diet

饲粮成分(ingredient)	%	营养水平 (nutrient levels)	
玉米 Corn	67.0	代谢能 Metabolizable energy ($\text{MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$)	11.40
豆粕 Soybean meal	17.5	粗蛋白 Crude protein %	16.11
石粉 Limestone	8.5	钙 Calcium %	3.69
秘鲁鱼粉 Peru fish meal	4.5	有效磷 Available phosphorous %	0.44
磷酸氢钙 Dicalcium phosphate	1.0	赖氨酸 Lysine %	0.92
食盐 Sodium chloride	0.2	蛋氨酸 Methionine %	0.48
氯化胆碱 Choline chloride	0.1		
蛋氨酸 Methionine	0.2		
预混料 Premix	1.0		

注：每千克预混料中含有： $V_A, 12000 \text{ IU}$; $V_{D_3}, 6000 \text{ IU}$; $V_E, 30 \text{ IU}$; $V_K, 4 \text{ mg}$; $V_{B_{12}}, 15 \mu\text{g}$; $V_{B_1}, 2.6 \text{ mg}$; $V_{B_2}, 6.5 \text{ mg}$; $V_{B_5}, 10 \text{ mg}$; $V_{B_6}, 8.5 \text{ mg}$; 生物素, 2.5mg; 叶酸, 3mg; 烟酸, 35mg; Mn, 26.2mg; Cu, 6.8mg; Zn, 25.9mg; Fe, 60.1mg; Se, 0.11mg.

Note: Premix provided the following per kilogram of diet: $V_A, 12000 \text{ IU}$; $V_{D_3}, 6000 \text{ IU}$; $V_E, 30 \text{ IU}$; $V_K, 4 \text{ mg}$; $V_{B_{12}}, 15 \mu\text{g}$; $V_{B_1}, 2.6 \text{ mg}$; $V_{B_2}, 6.5 \text{ mg}$; $V_{B_5}, 10 \text{ mg}$; $V_{B_6}, 8.5 \text{ mg}$; biotin, 2.5mg; folic acid, 3mg; niacin, 35mg; Mn, 26.2mg; Cu, 6.8mg; Zn, 25.9mg; Fe, 60.1mg; Se, 0.11mg.

1.3 试验动物饲养管理

本试验蛋鸡采用三层阶梯式笼养，每天光照 16h，早晨 5:00 至晚上 9:00，自由采食和饮水。按照常规程序对蛋鸡进行防疫和鸡舍消毒。每天早晨 6:00 和下午的 3:00 各饲喂 1 次，每天晚上 18:00 收取鸡蛋。

1.4 样品采集与制备

每日以重复为单位记录产蛋数与蛋重，每周统计一次采食量，每两周对每个重复选取 4 枚鸡蛋对其蛋品质及其他指标进行测定。试验结束前，蛋鸡断料 24h，每个重复选取两只鸡心脏采血，分离血清保存于 -20°C 冰箱中，用于血清指标的测定。屠宰取样保存于 -80°C 冰箱中测定相关的指标。

1.5 指标检测、检测方法及主要仪器设备

1.5.1 检测指标

产蛋率、平均蛋重、采食量、料蛋比、蛋黄重、蛋壳厚度、蛋形指数、蛋黄颜色、哈氏单位。

1.5.2 检测方法及设备

产蛋率=实际产蛋数/蛋鸡总只数；平均蛋重=总蛋重/总蛋数；采食量=总采食量/试验天数；料蛋比=总采食量/总蛋重；蛋形指数=蛋纵径长/横径长，用电子游标卡尺测定径长；蛋壳厚度，除去蛋壳内膜，用蛋壳厚度计测定（日本 robotmattion 公司）；蛋黄颜色及哈氏单位均用蛋品质分析仪测定（日本 robotmattion 公司）；蛋黄重，除去蛋清用电子天平测定。

1.6 数据统计与处理

所有的试验数据按照 SPSS19.0 进行单因素方差分析，进行 LSD 检验各处理平均数之间的差异显著性，结果以“平均值±标准差”来表示。

2 结果

2.1 苜蓿皂苷对蛋鸡采食量的影响

由图 1 可以看到，在蛋鸡饲粮中添加不同水平的苜蓿皂苷其采食料量较对照组都降低。其中处理 III 组($120 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)的采食量在各个时期较对照组最低，且差异极显著($P<0.01$)。全期，各处理组采食量较对照组分别减少了 0.48%、9.18%、3.07% 和 0.27%。

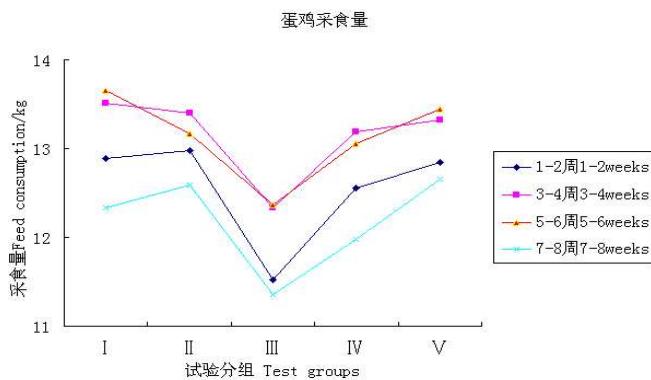


图 1 苜蓿皂苷对蛋鸡采食量的影响

Figure 1 Effect of alfalfa saponins on feed consumption of laying hens

注：I :对照组；II :0.5%胆固醇组；III、IV、V 分别表示 0.5%胆固醇+ $120 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、0.5%胆固醇+ $240 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、0.5%胆固醇+ $480 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 的苜蓿皂苷组。

Note: I :Control group; II :0.5% cholesterol group; III:0.5% cholesterol and $120 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ alfalfa saponins; IV: 0.5% cholesterol + $240 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ alfalfa saponins; V : 0.5% cholesterol + $480 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ alfalfa saponins.

2.2 苜蓿皂苷对蛋鸡产蛋性能的影响

由表 2 可以看出，在饲粮中添加 0.5%的胆固醇(试验 II 组)、0.5%的胆固醇+ $120 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ (试验 III 组)和 0.5%的胆固醇+ $480 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ (试验 V 组)的苜蓿皂苷时，产蛋率分别比对照组提高了 4.56%、4.31%、1.26%，但 0.5%的胆固醇+ $240 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 的苜蓿皂苷(试验 IV 组)产蛋率比对照下降了 2.28%。但各组之间差异不显著($P>0.05$)。试验 I 、 II 、 III 、 IV 组蛋重较对照组分别提高了 2.06% 、 -1.37% 、 1.96% 、 2.33%，差异均不显著($P>0.05$)。各试验组的料蛋比分别比对照下降了 8.19%、12.93%、5.17% 和 6.03%，其中试验 II 组与对照组差异显著($P<0.05$)，其他各处理组与对照组差异不显著($P>0.05$)。

第六届中国苜蓿发展大会

表 2 苜蓿皂苷对蛋鸡产蛋率、蛋重和料蛋比的影响

Table 2 Effect of alfalfa saponins on laying rate and egg weight and feed conversion ratio of laying hens

组别 (Groups)	对照组 I Control group	试验 II 组 Treatment group	试验 III 组 Treatment group	试验 IV 组 Treatment group	试验 V 组 Treatment group
	I	II	III	IV	V
产蛋率(Egg-laying rate, %)	87.95±1.55	91.96±1.46	91.74±3.60	85.94±5.94	89.06±5.07
平均蛋重 (Average egg weight, g)	62.11±1.41	63.39±2.39	61.26±1.88	63.33±1.03	63.56±3.01
料蛋比 (Feed conversion)	2.32±0.25bc	2.13±0.20ab	2.02±0.23a	2.20±0.16ab	2.18±0.23ab

注：同行肩标无相同小写字母者表示差异显著($P<0.05$)，标有相同字母者差异不显著($P>0.05$)。

Note: the different minuscule letter indicate significant difference at 5% level and the others indicate no difference.

2.3 苜蓿皂苷对蛋品质的影响

由表 3 可知，饲粮中添加 0.5% 的胆固醇可以提高蛋黄重；饲粮中添加 0.5% 的胆固醇+240 mg•kg⁻¹、0.5% 的胆固醇+480 mg•kg⁻¹ 的苜蓿皂苷时，其蛋黄重和对照近似；饲粮中添加 0.5% 的胆固醇+120 mg•kg⁻¹ 的苜蓿皂苷降低了蛋黄重。但无论是试验组和对照组之间还是各试验组间差异均不显著 ($P>0.05$)。和对照组相比，各试验组的蛋形指数均有所减小但差异不显著 ($P>0.05$)，苜蓿皂苷组均使蛋壳厚度有所增加，胆固醇组使蛋壳厚度有所下降，但各组之间差异不显著 ($P>0.05$)。饲粮中添加 0.5% 的胆固醇和 0.5% 的胆固醇+不同水平的苜蓿皂苷均能使蛋黄颜色加深、哈氏单位增加。当苜蓿皂苷添加量为 240 与 480 mg•kg⁻¹ 时，蛋黄颜色与对照组相比，差异极显著 ($P<0.01$)；苜蓿皂苷添加量为 480 mg•kg⁻¹ 时，哈氏单位与对照组相比差异显著 ($P<0.05$)。

表 3 苜蓿皂苷对蛋品质的影响

Table 3 Effect of alfalfa saponin on egg quality of laying hens

组别 Groups	I	II	III	IV	V
蛋黄重 Yolk weight, g	16.17±0.77bc	16.77±0.56c	15.24±0.12a	16.21±0.29bc	16.07±0.31b
蛋形指数 Egg shape index	1.302±0.016	1.290±0.017	1.291±0.021	1.296±0.020	1.293±0.021
蛋壳厚度 Shell thickness, mm	0.356±0.021	0.349±0.021	0.361±0.005	0.362±0.026	0.36±0.030
蛋黄颜色 Yolk color	8.74±0.28A	9.08±0.22AB	9.04±0.05AB	9.10±0.16B	9.18±0.19B
哈氏单位 Haugh unit	68.55±5.39a	73.28±1.81ab	71.98±4.21ab	70.98±1.39ab	74.70±2.44b

注：同行肩标无相同小写字母者表示差异显著($P<0.05$)，同行肩标无字母者表示差异不显著($P>0.05$)，标有不同大写字母者表示差异极显著($P<0.01$)，标有相同字母者差异不显著($P>0.05$)。

Note: the different minuscule letter indicate significant difference ($P<0.05$) and the different capital indicate very significant difference ($P<0.01$), the others indicate no difference ($P>0.05$).

3 讨论

3.1 添加胆固醇和苜蓿皂苷对蛋鸡生产性能的影响

苜蓿皂苷是从苜蓿中提取出来的一种天然活性成分，具有多种生理功效。有研究指出，饲粮中添加苜蓿皂苷可以显著提高动物的采食量并能促进动物的生长，提高饲料转化率，降低蛋鸡产蛋期死亡率和耗料量，提高产蛋率和蛋重。Y.H Shi 用苜蓿皂苷饲喂小猪，发现饲料采食量增加；陈晓春用酸枣仁皂苷饲喂肉鸭，采食量和日增重有很大提高，饲料转化效率也有改善，这可能是日粮中皂苷以后改变了日粮的适口性，从而增加了动物的采食量，改变了饲料的转化率。在我们的研究中，添加胆固醇和不同水平的苜蓿皂苷，影响结果不同：只添加胆固醇对蛋鸡采食量影响不一；添加胆固醇和低剂量的苜蓿皂苷 ($120 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)，对采食量和胆固醇影响最大；添加胆固醇和较高剂量的苜蓿皂苷 ($240 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、 $480 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) 对采食量影响变小。这可能与苜蓿皂苷的性质有关，苜蓿皂苷具有溶血性且具有苦味，对口腔和消化道具有刺激作用，适量添加并与日粮中的营养物质结合从而改善日粮的适口性，苜蓿皂苷中的抗营养因子的活性也可能被抑制，或者是添加苜蓿皂苷后影响了动物对日粮中蛋白质和能量的摄入，从而影响了采食量。

本试验中，通过添加胆固醇或胆固醇+不同水平的苜蓿皂苷，除试验IV组外，产蛋率都有不同程度的提升。有研究指出，Heywang 将苜蓿皂苷添加到产蛋鸡日粮中，结果大量添加苜蓿皂苷可以降低鸡蛋产量和蛋鸡日采食量，然而多数研究认为生产性能并未下降。Anderson 发现，在饲粮中添加苜蓿皂苷可以提高蛋鸡的产蛋率。Kocaoglu 等在鹌鹑饲料中添加苜蓿草粉后发现，添加 9% 的苜蓿草粉可以改善蛋壳质量而且对其生产性能无不良影响，张丽娜等指出苜蓿素添加量为 $500 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、 $1000 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 时，能显著提高蛋鸡产蛋率和料蛋比。这是由于采食量的增加，提高了蛋鸡对能量和蛋白质的摄入，促进蛋白质的吸收，鸡体消耗能量较少，而营养供给均衡，从而适当地提高了生产性能，降低了料蛋比。本试验结果同样证实，日粮中添加一定剂量的苜蓿皂苷具有提高产蛋率，降低料蛋比的作用。试验中选取的为产蛋后期的母鸡(66 周龄)，正处于产蛋的衰减期，日粮中添加适量的苜蓿皂苷，可能是与蛋鸡体内的雌激素竞争性结合雌激素受体，发挥雌激素作用，调节机体对营养物质的代谢和利用，才使该蛋鸡产蛋率维持在一定的水平内，免于大幅度下滑，并保证了其产蛋性能。

从蛋重的结果来看，除试验III组外，无论是添加胆固醇还是胆固醇+不同水平的苜蓿皂苷，蛋重都有提高。根据有关报道，影响蛋重的营养因素主要与饲料中亚油酸、能量和蛋白质水平有关，能量供应充足，有利于家禽体内的蛋白质代谢，从而增加蛋重。在本试验中，饲粮中添加胆固醇或胆固醇+苜蓿皂苷均能增加蛋重，可能由于胆固醇对蛋鸡有营养作用或苜蓿皂苷能提高蛋鸡的能量和蛋白质代谢和利用率，具体的原因有待于进一步研究。

通过以上综述：采食量的下降、产蛋率和蛋重的增加无疑增加了饲料报酬，说明了胆固醇和苜蓿皂苷在蛋鸡饲粮中可能有应用意义，需要进一步研究。

3.2 添加胆固醇和苜蓿皂苷对鸡蛋品质的影响

蛋壳厚度是最早用于评价蛋壳质量的指标，也是一直作为评价蛋壳质量优劣的主要指标之一。Deng 等在高产蛋鸡饲粮中添加苜蓿提取物后发现，鸡蛋蛋壳厚度得到改善，蛋壳厚度反映了蛋壳的致

密程度，是反应蛋壳质量的重要指标，也是影响鸡蛋破损率的重要因素。Tyler 和 Geake 研究认为称蛋壳厚度和蛋壳破损率之间存在显著的非线性关系，王修启等认为蛋壳的正常厚度为 0.20~0.48 mm，厚度微小的变化对蛋壳破损率有很大的影响。由表 3 可以看出，饲粮中添加苜蓿皂苷之后，鸡蛋蛋壳厚度有所增加，可能苜蓿皂苷有利于蛋鸡对日粮中钙的吸收，促进了钙磷吸收代谢途径，也可能是苜蓿皂苷与钙结合，改变了钙的存在形式，促进了钙的沉积，具体机理有待于进一步研究。

本试验中，只添加胆固醇对蛋黄重影响较大，尽管和对照组相比差异不显著。对于日粮中添加胆固醇后对蛋黄重的影响还没有报道，大多数研究的是对鸡蛋中胆固醇含量的影响。从本试验未显示出来的胆固醇含量的结果看，虽然日粮中添加 0.5% 的胆固醇，蛋黄重增加，但是蛋黄中的胆固醇含量不但没有增加，反而有降低的趋势。这可能是添加胆固醇后抑制了胆固醇的摄入，内源性胆固醇合成的酶也受到了抑制，促进胆固醇外排，使胆固醇不能有效的沉积在蛋黄中，从而使胆固醇含量下降。

对于蛋形指数来讲，蛋形指数在 1.30~1.35 范围内种蛋孵化率较高，大于或者小于这个范围孵化率都有不同程度的下降。蛋过圆，孵化前期胚胎感温和孵化后期散热不良，胚胎发育失调，加之气室小，胚胎气体供应不足而窒息死亡，蛋形过长，气室小，到孵化后期因空气不足或胚胎不易转身破壳而窒息死亡。吴华东等证实，蛋重和蛋形指数在正常的范围内，可以提高孵化率，在生产上带来最大的经济效益。综上所述，蛋形指数对孵化效果有较大影响，选择合适的蛋形指数，对于提高蛋孵化率，提高养殖效益有重大意义。由本试验结果可知，无论是添加胆固醇还是胆固醇+不同水平的苜蓿皂苷对蛋形指数影响均不显著，添加在商品蛋鸡的饲粮中对改善蛋品质有利，但添加在种蛋鸡的饲粮中，可能由于蛋形指数的轻度下降使孵化率降低，需要进一步研究其对种鸡蛋是否有这样的影响。

对于蛋黄颜色来说，蛋黄颜色的深浅取决于家禽从饲粮中摄取的类胡萝卜素的数量和种类，最主要因素是叶黄素和类胡萝卜素，这些类胡萝卜素物质不能由家禽自行合成，只能来自于饲料。医学认为蛋黄里含有的叶黄素可帮助眼睛过滤有害的紫外线，延缓眼睛的老化，预防视网膜黄斑变性和白内障等眼疾，所以蛋黄颜色的深浅成了现在人们判别鸡蛋营养高低的一个重要指标。本试验结果显示，饲粮中添加较高量的苜蓿皂苷有增强蛋黄颜色的作用($P<0.01$)，是苜蓿皂苷中含有色素物质还是其促进了饲料中色素的吸收，是一个需要研究的课题。

哈氏单位是表示蛋的新鲜度和蛋白质量的重要指标，浓蛋白越高，蛋就越新鲜，哈氏单位就越大，且哈氏单位与孵化率密切相关。试验证实，日粮中添加胆固醇和苜蓿皂苷均能增加哈氏单位，可以在一定时间内维持蛋的新鲜程度，当苜蓿皂苷添加量为 $480 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 时，结果显著高于对照组。说明苜蓿皂苷对改善鸡蛋中蛋白质的沉积有一定的作用。

4 结论

在蛋鸡饲粮中添加胆固醇或胆固醇+不同水平的苜蓿皂苷，蛋鸡产蛋率、平均蛋重、哈氏单位有所提高，料蛋比有所降低，其中 $120 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 组料蛋比最低，经济效益好。添加 $240 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 、 $480 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 苜蓿皂苷组对蛋黄颜色有显著改进。综合考虑，蛋鸡饲粮中以添加 $120 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 苜蓿皂苷为宜。

参考文献（略）