

膨化棉籽粕对蛋鸡生产性能、蛋品质及血清生化指标的影响

张爱婷¹ 朱巧明² 顾林英² 谢 鹏¹ 朱 莎¹ 代 腊¹ 邹晓庭^{1*}

(1. 浙江大学饲料科学研究所, 动物分子营养学教育部重点实验室, 杭州 310058;

2. 浙江欣欣饲料股份有限公司, 嘉兴 314005)

摘 要: 本试验旨在研究不同比例膨化棉籽粕替代豆粕对蛋鸡生产性能、蛋品质及血清生化指标的影响。选取 40 周龄海兰褐蛋鸡 360 羽, 随机分成 5 组, 每组 4 个重复, 每个重复 18 羽。对照组饲喂玉米-豆粕型基础饲料, 试验 1 组用 6% 普通未膨化棉籽粕替代豆粕, 试验 2、3、4 组分别用 6%、8%、10% 的膨化棉籽粕替代豆粕, 试验期 8 周。结果表明: 1) 饲料中不同比例膨化棉籽粕对蛋鸡生产性能影响不显著 ($P > 0.05$), 而试验 1 组产蛋率和平均蛋重显著低于对照组 ($P < 0.05$), 料蛋比显著高于对照组 ($P < 0.05$)。2) 与对照组相比, 各试验组蛋黄颜色均显著加深 ($P < 0.05$), 而试验 1、4 组蛋白高度显著降低 ($P < 0.05$)。饲料添加棉籽粕对蛋壳强度和蛋壳厚度无显著影响 ($P > 0.05$)。3) 试验 1 组总蛋白、钾含量均显著低于对照组 ($P < 0.05$), 谷丙转氨酶活性显著高于对照组和试验 2 组 ($P < 0.05$), 尿酸含量显著高于试验 2 组 ($P < 0.05$); 试验 4 组血清总钙含量显著低于对照组 ($P < 0.05$)。随着膨化棉籽粕添加量的增加, 血清总蛋白、总钙和钾含量均逐步降低, 谷丙转氨酶活性则逐步升高, 呈现一定的剂量-效应关系。饲料添加棉籽粕对血清白蛋白含量无显著影响 ($P > 0.05$)。由此可见, 蛋鸡饲料中添加 8% 膨化棉籽粕对蛋鸡生产性能、蛋品质及血清生化指标无明显影响。棉籽粕膨化处理能有效降低游离棉酚对蛋鸡生产性能和蛋品质等的影响, 提高蛋鸡对棉籽粕的利用能力。

关键词: 膨化棉籽粕; 生产性能; 蛋品质; 血清生化指标; 蛋鸡

中图分类号: S831

文献标识码: A

文章编号: 1006-267X(2012)06-1143-07

蛋白质资源紧缺是制约畜牧业发展的重要因素。我国是世界上主要的产棉大国, 年产棉籽粕 500 万 t 以上, 约占各类植物饼粕总产量的 30%。棉籽粕中蛋白质含量较高, 是一种理想的蛋白质饲料原料, 可部分替代豆粕和鱼粉。但因棉籽粕中含有游离棉酚等抗营养因子, 直接利用会引发饲料安全的问题^[1-6], 故对棉籽粕进行脱毒处理, 开发和利用棉籽蛋白质, 对缓解我国蛋白质饲料短缺, 维持我国畜牧业的健康发展具有重要意义。有关脱毒棉籽粕的应用研究已在猪^[7]、蛋鸡^[8-10]、肉鸡^[11-12]及反刍动物^[13-15]饲料中展开, 研究结

果表明, 脱毒棉籽粕是一种能够替代部分豆粕的蛋白质资源。膨化是 20 世纪后期兴起的一种新技术, 其原理为物料在挤压机内通过一定的湿热处理, 经压缩、混合、混炼、熔融和减压挤出膨化成型, 形成多孔疏松结构的物料。研究表明, 膨化可有效降低饲料中抗营养因子的含量, 使淀粉糊化、蛋白质变性, 从而改善饲料品质, 提高动物对饲料的利用率^[16-18]。目前, 膨化棉籽粕在畜禽饲料中的应用鲜有报道。本研究拟通过饲养试验, 根据蛋鸡生产性能、蛋品质及血清生化指标的变化, 探讨膨化棉籽粕的合理添加量, 同时评估棉籽粕对

收稿日期: 2011-12-22

基金项目: 国家蛋鸡产业技术体系建设专项资金(CARS-41-K17)

作者简介: 张爱婷(1987—), 女, 山东威海人, 硕士研究生, 从事蛋鸡饲料安全研究。E-mail: tazat@163.com

* 通讯作者: 邹晓庭, 教授, 博士生导师, E-mail: xtizou@zju.edu.cn

蛋鸡生产的安全性,为膨化棉籽粕在蛋鸡饲料中的有效应用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验用棉籽粕及膨化棉籽粕(膨化工艺参数为:温度 125 ~ 130 °C,蒸汽压力 0.45 MPa)由浙江欣欣饲料股份有限公司提供。棉籽粕中游离棉酚的测定含量为 1 243.2 mg/kg,膨化棉籽粕中游离棉酚的测定含量为 402.6 mg/kg,测定方法采用高效液相色谱法。

1.2 试验设计及饲料组成

试验选取 40 周龄海兰褐壳蛋鸡 360 羽,随机分为 5 组,每组 4 个重复,每个重复 18 羽。预试期 7 d,正试期 8 周。基础饲料参照 NY/T 33—2004 配制,对照组饲喂基础饲料,试验 1 组(6% 棉籽粕组)用 6% 普通未膨化棉籽粕替代豆粕,试验 2 组(6% 膨化组)、试验 3 组(8% 膨化组)、试验 4 组(10% 膨化组)分别用 6%、8%、10% 的膨化棉籽粕替代豆粕。对照组及试验 1、2、3、4 组饲料中游离棉酚含量分别为 0、75.12、24.32、32.48 和 40.65 mg/kg。各组饲料粗蛋白质和代谢能等营养水平平均调配均衡,试验饲料组成及营养水平见表 1。

表 1 试验饲料组成及营养水平(风干基础)

Table 1 Composition and nutrient levels of experimental diets (air-dry basis)

%

项目 Items	对照组 Control group	试验 1 组 Trial group 1	试验 2 组 Trial group 2	试验 3 组 Trial group 3	试验 4 组 Trial group 4
原料 Ingredients					
玉米 Corn	65.75	66.30	66.30	66.50	66.75
豆粕 Soybean meal	20.89	12.84	12.84	10.02	7.19
鱼粉 Fish meal	2.70	4.20	4.20	4.80	5.40
棉籽粕 Cottonseed meal		6.00			
膨化棉籽粕 Expanded cottonseed meal			6.00	8.00	10.00
石粉 Limestone	8.66	8.66	8.66	8.68	8.66
预混料 Premix ¹⁾	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
食盐 NaCl	0.30	0.26	0.26	0.25	0.23
磷酸氢钙 CaHPO ₄	0.72	0.50	0.50	0.42	0.37
蛋氨酸 Met	0.14	0.13	0.13	0.12	0.12
载体 Carrier	0.34	0.61	0.61	0.71	0.78
合计 Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
营养水平 Nutrient levels ²⁾					
代谢能 ME/(MJ/kg)	11.26	11.22	11.22	11.21	11.20
粗蛋白质 CP	15.99	15.99	15.99	15.99	15.99
钙 Ca	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50
有效磷 AP	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36
赖氨酸 Lys	0.83	0.81	0.81	0.81	0.80
蛋氨酸 Met	0.41	0.41	0.41	0.40	0.41
蛋氨酸 + 胱氨酸 Met + Cys	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65

¹⁾ 预混料为每千克饲料提供 The premix provides the following per kilogram of diets: VA 7 000 IU, VD₃ 2 500 IU, VE 30 mg, VK₃ 1 mg, VB₁ 1.5 mg, VB₂ 4 mg, VB₆ 2 mg, VB₁₂ 0.02 mg, 烟酸 niacin 30 mg, 叶酸 folic acid 0.55 mg, 泛酸 pantothenic acid 10 mg, 生物素 biotin 0.16 mg, 氯化胆碱 choline chloride 400 mg, Cu 20 mg, Fe 70 mg, Mn 100 mg, Zn 70 mg, I 0.4 mg, Se 0.5 mg。

²⁾ 营养水平为计算值。Nutrient levels are calculated values.

1.3 饲养管理

试验在浙江省嘉兴市桐乡龙翔街道凤翔蛋鸡

养殖场进行。采用 3 层阶梯笼养,每笼 3 只,自由采食及饮水。

1.4 测定指标及方法

1.4.1 生产性能

每天以重复为单位记录产蛋数和总蛋重,每周统计采食量。计算 1~4 周、5~8 周和整个试验期的产蛋率、平均蛋重、平均日采食量及料蛋比。

1.4.2 蛋品质

试验进行到第 4、8 周末时,每组采集鸡蛋 36 枚(每重复 9 枚) 4℃ 保存,用于蛋品质测定。

采用日本 DET 6000 蛋品质仪测定蛋白高度、哈氏单位、蛋黄颜色、蛋壳厚度、蛋壳强度。

1.4.3 血清生化指标

饲养试验结束时,每个重复随机选取 3 只蛋鸡,每组 12 只,空腹 24 h 后采血,制备血清备检。

血清中总蛋白(TP)、白蛋白(ALB)、谷丙转氨酶(GPT)、尿酸(UA)、钙(Ca)、钾(K)等指标均使用试剂盒测定,试剂盒购自南京建成生物工程研究所,试剂的配制和试验操作步骤均按说明书进行。

1.5 数据处理

试验数据采用 SPSS 17.0 进行单因子方差分析,均以“平均值±标准差”表示,各组间的平均值采用 Duncan 氏法多重比较进行差异显著性检验,

以 $P < 0.05$ 作为差异显著性的标准。

2 结 果

2.1 棉籽粕对蛋鸡生产性能的影响

由表 2 可见,试验各期,试验 2、3、4 组产蛋率及平均蛋重与对照组相比差异均不显著($P > 0.05$),其中试验 3 组产蛋率、平均蛋重均略高于其他试验组。而试验前期(1~4 周)及试验全期(1~8 周),试验 1 组产蛋率、平均蛋重分别较对照组显著降低了 4.58%、2.87% 和 7.30%、5.20% ($P < 0.05$)。平均日采食量方面,试验前期和试验全期试验 4 组较对照组均有显著升高($P < 0.05$),其余各试验组与对照组间差异不显著($P > 0.05$)。料蛋比方面,与对照组相比,试验前期试验 1、3、4 组均显著升高($P < 0.05$),试验后期(5~8 周)各组间差异不显著($P > 0.05$),试验全期试验 1 组料蛋比较对照组显著升高了 8.70% ($P < 0.05$)。随着试验时间的延长,除试验 1 组产蛋率及平均蛋重几乎无变化外,其余各组产蛋率、平均蛋重、平均日采食量和料蛋比均不同程度下降。

表 2 饲粮中添加棉籽粕对蛋鸡生产性能的影响

Table 2 Effects of dietary cottonseed meal on performance of laying hens

项目 Items	试验阶段 Trial period/week	对照组 Control group	试验 1 组 Trial group 1	试验 2 组 Trial group 2	试验 3 组 Trial group 3	试验 4 组 Trial group 4
产蛋率 Laying rate/%	1~4	97.28 ± 1.06 ^a	92.82 ± 3.08 ^b	95.65 ± 1.15 ^a	96.99 ± 0.98 ^a	96.35 ± 1.94 ^a
	5~8	94.14 ± 3.16 ^{ab}	93.07 ± 2.03 ^{ab}	92.42 ± 1.09 ^b	95.95 ± 0.48 ^a	94.68 ± 2.35 ^{ab}
	1~8	95.71 ± 1.87 ^a	92.96 ± 1.88 ^b	94.03 ± 1.04 ^{ab}	96.47 ± 0.63 ^a	95.52 ± 2.14 ^{ab}
平均蛋重 Average egg weight/g	1~4	59.06 ± 1.10 ^a	54.75 ± 2.43 ^b	57.65 ± 0.80 ^a	58.22 ± 0.98 ^a	57.91 ± 1.49 ^a
	5~8	56.78 ± 2.05	55.06 ± 1.57	55.40 ± 0.83	57.25 ± 0.32	56.44 ± 1.61
	1~8	57.92 ± 1.54 ^a	54.91 ± 1.68 ^b	56.53 ± 0.8 ^{ab}	57.74 ± 0.63 ^a	57.17 ± 1.53 ^a
平均日采食量 ADFI/g	1~4	129.26 ± 1.84 ^b	136.54 ± 7.27 ^{ab}	135.00 ± 9.67 ^{ab}	138.02 ± 1.35 ^{ab}	140.40 ± 3.24 ^a
	5~8	110.17 ± 5.81	110.47 ± 5.23	109.04 ± 3.04	109.60 ± 1.16	109.49 ± 1.89
	1~8	119.72 ± 3.08 ^b	123.57 ± 2.18 ^{ab}	122.00 ± 3.81 ^{ab}	123.81 ± 0.90 ^{ab}	124.95 ± 1.84 ^a
料蛋比 Feed-egg ratio	1~4	2.19 ± 0.05 ^b	2.50 ± 0.19 ^a	2.34 ± 0.17 ^{ab}	2.37 ± 0.06 ^a	2.43 ± 0.09 ^a
	5~8	1.94 ± 0.17	2.01 ± 0.14	1.97 ± 0.06	1.91 ± 0.01	1.94 ± 0.09
	1~8	2.07 ± 0.10 ^b	2.25 ± 0.10 ^a	2.16 ± 0.07 ^{ab}	2.14 ± 0.03 ^{ab}	2.19 ± 0.08 ^{ab}

同行数据肩标不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$),相同或无字母表示差异不显著($P > 0.05$)。下表同。

In the same row, values with different small letter superscripts mean significant difference ($P < 0.05$), while with the same or no letter superscripts mean no significant difference ($P > 0.05$). The same as below.

2.2 棉籽粕对蛋鸡蛋品质的影响

由表 3 可见,饲粮中添加不同比例棉籽粕对

蛋品质有一定影响。蛋白高度方面,试验前期虽差异不显著($P > 0.05$),但试验后期试验 1、4 组均

显著低于对照组和试验 2 组 ($P < 0.05$)。试验各期各试验组蛋黄颜色均显著高于对照组 ($P < 0.05$)。哈氏单位方面,试验前期各组间无显著差异 ($P > 0.05$),试验后期试验 2 组哈氏单位最高,

显著高于试验 1、4 组 ($P < 0.05$),而各试验组与对照组相比差异不显著 ($P > 0.05$)。在蛋壳强度和蛋壳厚度方面,试验各期各组间差异均不显著 ($P > 0.05$)。

表 3 饲料中添加棉籽粕对蛋鸡蛋品质的影响

Table 3 Effects of dietary cottonseed meal on egg quality of laying hens

项目 Items	试验阶段 Trial period/week	对照组 Control group	试验 1 组 Trial group 1	试验 2 组 Trial group 2	试验 3 组 Trial group 3	试验 4 组 Trial group 4
蛋白高度 Albumen height/mm	4	5.82 ± 0.74	6.31 ± 0.86	5.49 ± 1.49	6.58 ± 1.19	5.82 ± 1.16
	8	6.66 ± 0.93 ^a	5.40 ± 1.47 ^b	6.81 ± 0.74 ^a	6.15 ± 0.88 ^{ab}	5.39 ± 1.49 ^b
蛋黄颜色 Yolk color	4	6.50 ± 0.55 ^b	7.71 ± 0.76 ^a	7.75 ± 0.46 ^a	7.75 ± 0.71 ^a	7.70 ± 0.67 ^a
	8	5.90 ± 0.74 ^b	6.56 ± 0.73 ^a	6.75 ± 0.71 ^a	6.60 ± 0.52 ^a	6.89 ± 0.60 ^a
哈氏单位 Haugh unit	4	73.58 ± 6.62	77.56 ± 7.10	70.19 ± 15.42	78.85 ± 9.19	73.00 ± 10.74
	8	80.38 ± 5.97 ^{ab}	71.07 ± 13.75 ^b	82.30 ± 5.14 ^a	77.96 ± 6.35 ^{ab}	70.57 ± 14.88 ^b
蛋壳强度 Shell strength/(kg · f)	4	3.68 ± 1.04	4.08 ± 1.22	3.85 ± 0.62	4.22 ± 1.08	3.80 ± 0.88
	8	3.98 ± 0.49	3.50 ± 1.53	3.48 ± 1.21	4.38 ± 0.76	4.24 ± 0.52
蛋壳厚度 Shell thickness/mm	4	0.367 ± 0.018	0.383 ± 0.017	0.371 ± 0.016	0.378 ± 0.037	0.388 ± 0.022
	8	0.372 ± 0.020	0.388 ± 0.054	0.393 ± 0.047	0.385 ± 0.075	0.406 ± 0.059

2.3 棉籽粕对蛋鸡血清生化指标的影响

由表 4 可见,总蛋白方面,试验 1 组显著低于对照组和试验 2 组 ($P < 0.05$),其余各试验组与对照组间差异不显著 ($P > 0.05$);转氨酶方面,试验 1 组血清谷丙转氨酶活性显著高于对照组及试验 2、3 组 ($P < 0.05$),试验 2、3、4 组间差异不显著 ($P > 0.05$),但随着添加量的升高有上升的趋势;血清中尿酸含量试验 2 组显著低于对照组和试验 1 组 ($P < 0.05$),其余各试验组与对照组间均差异

不显著 ($P > 0.05$);血清总钙含量试验 4 组显著低于对照组,比对照组下降了 6.94% ($P < 0.05$),其余 3 组与对照组间差异不显著 ($P > 0.05$);血清钾含量除试验 2 组外,其余各试验组与对照组间均有显著差异,分别下降了 13.19%、12.09% 和 13.97% ($P < 0.05$),且试验 1 组与试验 2 组相比也有显著降低 ($P < 0.05$);饲料添加棉籽粕对血清白蛋白含量无显著影响 ($P > 0.05$)。

表 4 饲料中添加棉籽粕对蛋鸡血清生化指标的影响

Table 4 Effects of dietary cottonseed meal on serum biochemical indices of laying hens

项目 Items	对照组 Control group	试验 1 组 Trial group 1	试验 2 组 Trial group 2	试验 3 组 Trial group 3	试验 4 组 Trial group 4
总蛋白 TP/(g/L)	58.17 ± 10.47 ^a	42.21 ± 12.07 ^b	57.01 ± 6.40 ^a	48.92 ± 11.91 ^{ab}	47.87 ± 5.03 ^{ab}
白蛋白 ALB/(g/L)	25.36 ± 6.01	21.69 ± 6.94	20.28 ± 2.77	22.95 ± 4.82	21.17 ± 2.93
谷丙转氨酶 GPT/(U/L)	1.24 ± 0.61 ^b	2.61 ± 0.71 ^a	1.57 ± 0.73 ^b	1.77 ± 0.67 ^b	1.94 ± 0.50 ^{ab}
尿酸 UA/(μmol/L)	312.82 ± 45.22 ^a	313.57 ± 55.55 ^a	255.85 ± 48.66 ^b	288.42 ± 36.34 ^{ab}	303.95 ± 56.05 ^{ab}
钙 Ca/(mmol/L)	2.16 ± 0.11 ^a	2.11 ± 0.10 ^{ab}	2.11 ± 0.10 ^{ab}	2.10 ± 0.09 ^{ab}	2.01 ± 0.07 ^b
钾 K/(mmol/L)	6.37 ± 0.91 ^a	5.53 ± 0.33 ^c	6.28 ± 1.01 ^{ab}	5.60 ± 0.59 ^{bc}	5.48 ± 0.32 ^c

3 讨论

3.1 棉籽粕对蛋鸡生产性能的影响

本试验研究表明,饲料中不同含量膨化棉籽

粕对蛋鸡生产性能影响不显著,但 6% 棉籽粕组产蛋率和平均蛋重却显著低于对照组,料蛋比显著高于对照组,这说明膨化可以有效提高动物对棉籽粕的利用能力,部分消除其抗营养特性。但随

试验时间的延长,几乎各试验组产蛋率、平均蛋重、平均日采食量均有所下降,说明虽然膨化可以提高动物对棉籽粕的利用,但在使用过程中应注意其合理添加时间。其中,饲粮添加 8% 膨化棉籽粕组产蛋率和平均蛋重均略高于其他试验组,且平均日采食量和料蛋比与对照组相比差异不显著。综合生产性能分析,饲粮中添加 8% 膨化棉籽粕对生产性能的影响较小。

冷青文等^[19]研究表明,当用棉籽饼含量达 13% 的饲粮(游离棉酚含量为 78 mg/kg)饲喂 45 周龄海兰褐蛋鸡时,蛋鸡的产蛋率和平均蛋重明显下降。古少鹏等^[20]认为蛋鸡饲粮中脱毒棉仁饼使用比例不应高于 10%,游离棉酚含量应低于 0.004 98% 为宜。方琴音^[21]也指出,随着商品产蛋鸡饲粮中游离棉酚含量的增加,平均产蛋率和平均蛋重有下降趋势,料蛋比则呈上升趋势。以上结论均与本试验结果一致。但杨茹洁^[22]研究表明,饲粮中游离棉酚含量 ≤ 179 mg/kg 对蛋鸡生产性能和死淘率的影响差异不显著。李洪涛等^[23]也指出,饲粮中含 10%、15%、20%、25% 的棉籽粕(其中游离棉酚含量分别为 120、180、240、300 mg/kg)对产蛋鸡平均蛋重的影响差异不显著。这与本试验结论差别较大,其原因可能与加工方式不同引起棉籽粕中营养物质和游离棉酚含量存在差异有关。

3.2 棉籽粕对蛋鸡蛋品质的影响

蛋壳质量包括蛋壳厚度、蛋壳强度等多项指标。良好的蛋壳质量有利于减少鸡蛋破损率,提高种蛋孵化率。在本试验结果中,蛋壳强度和蛋壳厚度指标变化均不明显,表明低添加量棉籽粕对蛋壳质量影响不显著。原因可能在于膨化在改善棉籽粕利用率方面有一定作用,消除了其中部分抗营养因子。冷青文等^[19]认为棉籽饼能使蛋品质下降,蛋黄色泽变深,且煮食蛋黄随色泽的加深而逐渐变硬。方琴音^[21]研究表明当饲粮中含游离棉酚达 30 mg/kg 时,在试验期第 1 周就开始出现黄绿色蛋黄蛋。本试验结果表明,棉籽粕对蛋品质的影响最主要体现在蛋黄颜色上,试验各组各期蛋黄颜色均与对照组差异显著,与上述研究结果相一致。这证明了虽然膨化处理可以消除棉籽粕中部分抗营养因子,但使用时应注意控制其添加量。

蛋白高度和哈氏单位是衡量蛋品质的重要指标,蛋白高度越高,哈氏单位越高,蛋白质越黏稠,

蛋白质品质越好。本试验结果表明,饲粮添加棉籽粕对鸡蛋哈氏单位无显著影响,但试验后期,6% 棉籽粕组和 10% 膨化棉籽粕组较对照组蛋白高度有显著降低,这可能是由于棉籽粕和豆粕在氨基酸含量和蛋白质组成模式上存在较大差异,尽管试验饲粮配制时添加了部分氨基酸,使主要限制性氨基酸(赖氨酸、蛋氨酸)保持一致,但其他必需氨基酸的含量可能仍有差异。另外,也可能与 6% 棉籽粕组和 10% 膨化棉籽粕组饲粮中游离棉酚残留量相对较高有关。因此,综合蛋品质指标分析,饲粮中膨化棉籽粕添加量低于 10% 较为适宜。

3.3 棉籽粕对蛋鸡血清生化指标的影响

血清总蛋白主要由白蛋白和球蛋白组成,它可从总体上反映机体营养状况及蛋白质代谢水平。一般来说,机体营养状况好,蛋白质合成增加,血清总蛋白含量升高。本试验研究表明,饲粮添加未膨化棉籽粕对血清总蛋白含量影响显著,添加膨化棉籽粕影响不显著,但随着膨化棉籽粕添加量的增加,各试验组总蛋白含量逐步降低。尿酸是禽类氨基酸氨基排泄的主要形式,且为核蛋白与核酸的分解代谢产物,它反映机体蛋白质分解代谢的情况,本试验中各试验组尿酸含量随饲粮中游离棉酚含量的升高而升高,呈现一定的剂量-效应关系。钾是动物体内一种具有重要生理功能的无机元素,如参与体内蛋白质和糖代谢等。由于棉酚能促进钾离子的排泄,降低肾脏保存钾离子的能力,因而会引起低血钾症^[24],并引发氯、钙离子的代谢异常等。本试验中,6% 棉籽粕组和 10% 膨化棉籽粕组蛋鸡血清钾、总钙含量较对照组有显著差异,且随着膨化棉籽粕添加量的增加,各试验组钾含量逐步降低,也呈现出一定的剂量-效应关系。上述试验结果均说明,高剂量棉籽粕可能会影响机体蛋白质代谢。因此,饲粮中膨化棉籽粕添加量不宜过高。

白蛋白主要由肝脏合成,是构成血浆胶体渗透压的主体,也在血液运输中起到重要作用。谷丙转氨酶也是反映肝功能好坏的重要指标,用来判断肝脏是否受到损害。本试验中所有膨化棉籽粕组白蛋白含量和谷丙转氨酶活性与对照组相比均未有明显变化,这说明膨化棉籽粕组蛋鸡肝脏未受到严重损伤,但 6% 棉籽粕组谷丙转氨酶活性明显高于对照组,说明该组蛋鸡肝细胞已受到一定程度的损伤。杨茹洁^[22]指出,高棉酚饲粮对蛋

鸡血清谷丙转氨酶活性影响极显著,且随着试验时间延长谷丙转氨酶活性明显升高;Braham 等^[25]和 Abou-donia 等^[26]研究均表明,棉酚可引起肝脏损伤,导致谷丙转氨酶活性上升;均与本试验结果一致。这可能与游离棉酚在体内的沉积以肝脏中含量最高有关^[27]。

4 结 论

① 膨化棉籽粕与未膨化棉籽粕相比,能显著提高蛋鸡产蛋率和平均蛋重、鸡蛋蛋白高度和哈氏单位、血清总蛋白和钾含量,显著降低血清谷丙转氨酶活性和尿酸含量,因而对棉籽粕进行膨化处理可有效提高动物对棉籽粕的利用能力。

② 蛋鸡饲料中添加 8% 膨化棉籽粕对生产性能、蛋品质和血清生化指标无明显影响,因而综合考虑,本试验建议蛋鸡饲料中膨化棉籽粕添加量为 8% 左右为宜。

参考文献:

- [1] BAILEY C A ,STIPANOVIC R D ,ZIEHR M S ,et al. Cottonseed with a high (+) to (-) gossypol enantiomer ratio favorable to broiler production [J]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* ,2000 ,48 (11) : 5692 - 5695.
- [2] MENA H ,SANTOS J E P ,HUBER J T ,et al. The effects of varying gossypol intake from whole cottonseed and cottonseed meal on lactation and blood parameters in lactating dairy cows [J]. *Journal of Dairy Science* 2004 ,87(8) : 2506 - 2518.
- [3] COLIN-NEGRETE J ,KIESLING H E ,ROSS T T ,et al. Effect of whole cottonseed on serum constituents , fragility of erythrocyte cells and reproduction of growing Holstein heifers [J]. *Journal of Dairy Science* , 1996 ,79(11) : 2016 - 2023.
- [4] RANDEL R D ,CHASE J R ,WYSE S J ,et al. Effect of gossypol and cottonseed products on reproduction in mammals [J]. *Journal of Animal Nutrition* ,1992 ,70: 1628 - 1638.
- [5] 尹清强 ,陈金文 ,张志凌 ,等. 棉籽粕、菜籽粕和葵花粕对 1~2 月龄肉仔鸡生长性能的影响 [J]. *畜牧与兽医* ,1999 ,31(4) : 12 - 14.
- [6] 俞路 ,沙建国 ,吉晓芹 ,等. 棉籽粕替代豆粕对肉鸭生产、屠宰性能及血液指标的影响 [J]. *中国饲料* , 2010(7) : 40 - 43.
- [7] 周维仁 ,李优琴 ,顾东 ,等. 肉猪日粮中以脱酚棉籽蛋白替代豆粕饲养试验 [J]. *江苏农业科学* ,2000 (1) : 68 - 69.
- [8] PANIGRAHI S ,PLUMB V E ,MACHIN D H. Effects of dietary cottonseed meal ,with and without iron treatment ,on laying hens [J]. *British Poultry Science* , 1989 ,30(3) : 641 - 651.
- [9] 范苏江 ,朱文涛 ,赵新娥 ,等. 脱毒棉粕代替配合饲料中的豆粕饲喂蛋鸡实验观察 [J]. *中国禽业导刊* , 2000 ,17(5) : 15.
- [10] 姚妙爱 ,姚军虎 ,钟乐伦. 粕粕添加酶制剂、益生菌与豆粕饲喂蛋鸡效果的对比研究 [J]. *粮食与饲料工业* 2006(5) : 36 - 37.
- [11] HENRY M H ,PESTI G M ,BAKALLI R ,et al. The performance of broiler chicks fed diets containing extruded cottonseed meal supplemented with lysine [J]. *Poultry Science* 2001 ,80(6) : 762 - 768.
- [12] 何涛. 棉籽粕的发酵脱毒及其在肉仔鸡中的应用研究 [D]. 硕士学位论文. 北京: 中国农业科学院 2008.
- [13] NOFTSGER S M ,HOPKINS B A ,DIAZ D E ,et al. Effect of whole and expanded-expressed cottonseed on milk yield and blood gossypol [J]. *Journal of Dairy Science* 2000 ,83(11) : 2539 - 2547.
- [14] 郭翠华 ,李胜利 ,刘瑞 ,等. 脱酚棉籽蛋白及其在奶牛中的应用 [J]. *中国畜牧杂志* 2006 ,42(6) : 63 - 64.
- [15] 罗晓花. 棉籽壳微生物、理化联合脱毒研究 [D]. 硕士学位论文. 石河子: 石河子大学 2007.
- [16] BHANDARI B ,D' ARCY B ,YOUNG G. Flavour retention during high temperature short time extrusion cooking process: a review [J]. *International Journal of Food Science and Technology* 2001 ,36(5) : 453 - 461.
- [17] SINGH S ,GAMLATH S ,WAKELING L. Nutritional aspects of food extrusion: a review [J]. *International Journal of Food Science and Technology* ,2007 ,42 (8) : 916 - 929.
- [18] 史志诚 ,牟永义. 饲用饼粕脱毒原理与工艺 [M]. 北京: 中国计量出版社. 1996.
- [19] 冷青文 ,申红 ,王志祥. 未脱毒棉籽饼对蛋鸡生产性能及其生殖器官的影响 [J]. *畜禽业* ,1999(11) : 34 - 35.
- [20] 古少鹏 ,仝富强 ,贺志平. 不同棉酚含量的日粮饲喂伊莎褐生长鸡、产蛋鸡的试验研究 [J]. *畜禽业* , 2001(10) : 44 - 46.
- [21] 方琴音. 饲粮不同棉籽饼用量对商品蛋鸡生产性能、蛋品质、血液生化指标的影响研究 [D]. 硕士学位论文. 雅安: 四川农业大学 2004.
- [22] 杨茹洁. 可消化 AA 平衡的高棉粕饲粮对蛋鸡的生产性能、健康状况及蛋品质的影响 [D]. 硕士学位论文

- 论文. 太谷: 山西农业大学 2003.
- [23] 李洪涛, 朱天勇, 王玉峰, 等. 棉籽饼在蛋鸡饲料的应用[J]. 当代畜牧, 1991(3): 12-14.
- [24] 王益鑫, 陈振兴. 棉酚所致低血钾及其与棉酚剂量关系的可能机理[J]. 生殖与避孕, 1991, 11(2): 34-38.
- [25] BRAHAM J E, JARQUIN R, ELIAS L G, et al. Effect of calcium and gossypol on the performance of swine and on certain enzymes and other blood constituents [J]. The Journal of Nutrition, 1967, 91(1): 47-54.
- [26] ABOU-DONIA M B, LYMAN C M, DIECDKERT J W. Metabolic fate of gossypol: the metabolism of ^{14}C -gossypol in rats [J]. Lipids, 1970, 5(11): 938-946.
- [27] ABOU-DONIA M B, LYMAN C M. Metabolic fate of gossypol: the metabolism of gossypol ^{14}C in laying hens [J]. Toxicology and Applied Pharmacology, 1970(17): 160-173.

Expanded Cottonseed Meal Affects Performance, Egg Quality and Serum Biochemical Indices of Laying Hens

ZHANG Aiting¹ ZHU Qiaoming² GU Linying² XIE Peng¹ ZHU Sha¹ DAI La¹ ZOU Xiaoting^{1*}

(1. Key Laboratory of Molecular Animal Nutrition of Ministry of Education, Feed Science Institute, Zhejiang University, Hangzhou 310058, China; 2. Zhejiang Xinxin Feed Co., Ltd., Jiaxing 314005 China)

Abstract: This experiment was conducted to study the effects of expanded cottonseed meal on performance, egg quality and serum biochemical indices of laying hens. Three hundred and sixty Hy-Line laying hens, 40 weeks old, were randomly divided into 5 groups with 4 replicates per group and 18 hens per replicate. The control group was fed a corn-soybean meal basal diet, trial group 1 was used 6% cottonseed meal instead of soybean meal of the control group diet, and trial groups 2, 3, 4 were used 6%, 8% and 10% expanded cottonseed meal instead of soybean meal, respectively. The experiment lasted for 8 weeks. The results showed as follows: 1) different dietary expanded cottonseed had no significant effect on the performance of laying hens ($P > 0.05$). Compared with the control group, laying rate and average egg weight in trial group 1 were significantly decreased ($P < 0.05$), and feed-egg ratio was significantly increased ($P < 0.05$). 2) Dietary cottonseed meal had significant influence on yolk color ($P < 0.05$), but the shell strength and shell thickness were no significantly affected ($P > 0.05$). Albumen height in trial groups 1 and 4 was significantly decreased than that in control group ($P < 0.05$). 3) The contents of total protein (TP) and potassium (K) in trial group 1 were significantly lower than those in control group ($P < 0.05$), but the glutamic pyruvic transaminase (GPT) activity was significantly higher than that in control group ($P < 0.05$), the uric acid (UA) content was significantly higher than that in trial group 2 ($P < 0.05$). The serum calcium (Ca) content in trial group 4 was significantly lower than that in control group ($P < 0.05$). The contents of TP, Ca and K were decreased with the dietary expanded cottonseed meal levels increasing, but GPT activity was increased, which showed a dose effect. But dietary cottonseed had no significant influence on albumin (ALB) content ($P > 0.05$). In conclusion, diets with 8% expanded cottonseed meal have no negative effect on performance, egg quality and serum biochemical indices of laying hens. Expanding treatment can decrease the harm of free gossypol to laying hens, which can improve the efficiency of cottonseed meal utilization by laying hens. [*Chinese Journal of Animal Nutrition*, 2012, 24(6): 1143-1149]

Key words: expanded cottonseed meal; performance; egg quality; serum biochemical indices; laying hens

* Corresponding author, professor, E-mail: xtzou@zju.edu.cn

(编辑 武海龙)