

不同饲粮粗蛋白质水平下蝇蛆蛋白替代豆粕对蛋鸡生产性能、蛋清品质及血清蛋白质代谢指标的影响

车彦卓¹ 宣秋希^{2*} 武书庚^{1**} 王晓翠¹ 齐晓龙^{2**} 王晶¹ 张海军¹ 齐广海¹

(1.中国农业科学院饲料研究所,农业部饲料生物技术重点开放实验室,生物饲料开发国家工程研究中心,北京 100081;2.北京农学院动物科学技术学院,北京 100081)

摘要: 本试验旨在研究不同饲粮粗蛋白质水平下蝇蛆蛋白替代豆粕对蛋鸡生产性能、蛋清品质及血清蛋白质代谢指标的影响。采用单因素试验设计,选取 252 只产蛋率、体重相近的健康 33 周龄罗曼白蛋鸡,随机分为 3 组,每组 7 个重复,每个重复 12 只鸡。各组分别饲喂标准回肠可消化氨基酸(SIDAA)平衡模式下配制的不同粗蛋白质水平(16.50%、14.85%、13.20%)的玉米-豆粕-蝇蛆蛋白饲粮,各组蝇蛆蛋白与豆粕提供等量的粗蛋白质。预试期 2 周,正试期 12 周。结果表明:1)与 16.50%组相比,14.85%组的产蛋率、平均蛋重、产蛋量、平均日采食量和料蛋比均无显著差异($P>0.05$);13.20%组的料蛋比显著增加($P<0.05$),产蛋率、产蛋量、平均蛋重和平均日采食量均显著降低($P<0.05$)。2)与 16.50%组相比,14.85%组的平均蛋重、蛋清重、浓蛋白重、蛋白高度、哈氏单位和蛋清比例均无显著差异($P>0.05$);13.20%组的平均蛋重、蛋清重、浓蛋白重和蛋白高度显著降低($P<0.05$),而蛋清比例、哈氏单位无显著差异($P>0.05$)。3)各组血清谷草转氨酶、谷丙转氨酶活性及总蛋白、白蛋白、尿酸含量无显著差异($P>0.05$),且输卵管膨大部组织学形态正常。由此可见,在本试验条件下,使用蝇蛆蛋白替代豆粕并使饲粮粗蛋白质水平降低至 14.85%时未对蛋鸡生产性能和蛋清品质产生不良影响,但饲粮粗蛋白质水平降低至 13.20%时则会产生不利影响。

关键词: 低粗蛋白质水平;蝇蛆蛋白;生产性能;蛋清品质;蛋鸡

中图分类号:S816.4

文献标识码:A

文章编号:1006-267X(2020)04-1624-08

我国饲用蛋白质资源短缺,极度依赖进口大豆压榨所得。国家统计局数据显示,2018 年大豆总消费量达 1.11 亿 t,其中大豆进口量达 8 806 万 t;禽蛋产量为 3 128.28 万 t,饲粮中蛋白质原料占 20%以上。虽然降低饲粮粗蛋白质水平可减少氮排放,进而降低环境污染,但降低饲粮粗

蛋白质水平会影响鸡蛋蛋清品质,进一步影响鸡蛋新鲜度及货架期。因此,针对蛋鸡低粗蛋白质水平饲粮,聚焦鸡蛋蛋清品质的研究具有重要意义。研究发现,在玉米-豆粕型饲粮标准回肠可消化氨基酸(SIDAA)模式下(异亮氨酸:蛋氨酸+半胱氨酸:苏氨酸:色氨酸:缬氨酸:赖氨酸=80:91:70:21:

收稿日期:2019-10-22

基金项目:国家重点研发计划项目(2018YFD0501302);家禽产业技术体系北京市创新团队项目(BAIC04-2018);现代农业产业技术体系建设专项资金项目(CARS-40-K12);中国农业科学院农业科技创新工程;人才培养质量建设-高水平人才交叉培养-实培计划(市级)(PXM2019-014207-000035)

作者简介:车彦卓(1995—),女,甘肃白银人,硕士研究生,从事蛋鸡营养研究。E-mail: 18894311096@163.com

* 同等贡献作者

** 通信作者:武书庚,研究员,博士生导师,E-mail: wushugeng@caas.cn;齐晓龙,讲师,E-mail: buaqxl@126.com

88:100), 饲料粗蛋白质水平降低到 16%, 显著降低了 20 周龄海兰灰蛋鸡的平均蛋重、蛋清重和蛋白高度^[1]。

蝇蛆蛋白作为优质昆虫蛋白质源, 可提高家禽生产性能。蝇蛆蛋白中粗蛋白质含量(58.80%~63.89%)接近进口鱼粉^[2], 必需氨基酸含量丰富, 占氨基酸总量的 47.72%^[3]。研究表明, 蝇蛆蛋白较豆粕含有较丰富的微量元素, 尤其是维生素 A 和 B 族维生素^[4], 可以改善蛋鸡的生产性能。使用蝇蛆蛋白替代部分饲料蛋白质原料饲喂蛋鸡, 可增强蛋鸡的抗病性和免疫力, 提高夏季蛋鸡对热应激的抵抗力^[5]; 可以使蛋鸡开产日龄提前, 提高产蛋率和产蛋量^[6-7]。但目前蝇蛆蛋白在蛋鸡低粗蛋白质水平饲料中的应用及其对鸡蛋蛋清品质影响的研究非常有限。因此, 本试验在 SIDAA 平衡模式下配制试验饲料, 使蝇蛆蛋白

与豆粕提供等量的粗蛋白质, 探讨不同饲料粗蛋白质水平(16.50%、14.85%和 13.20%)下蝇蛆蛋白替代豆粕对产蛋高峰期蛋鸡生产性能、蛋清品质及血清蛋白质代谢指标的影响, 旨在为蝇蛆蛋白的利用提供理论参考。

1 材料与amp;方法

1.1 试验材料

豆粕购于三河汇福粮油集团饲料蛋白有限公司, 蝇蛆蛋白购自广东鑫肽生物科技股份有限公司, 晶体氨基酸购自石家庄石兴氨基酸公司。以湿化学法测得饲料原料总氨基酸含量, 经 SIDAA 数据库比对计算各饲料原料 SIDAA 含量(Evonik Degussa GmbH 公司北京实验室技术支持)。表 1 为本试验所用玉米、豆粕和蝇蛆蛋白的粗蛋白质、SIDAA 含量及代谢能。

表 1 玉米、豆粕和蝇蛆蛋白的粗蛋白质、SIDAA 含量及代谢能

Table 1 CP, SIDAA contents and ME of corn, soybean meal and fly maggot protein

%

项目 Items	玉米 Corn	豆粕 Soybean meal	蝇蛆蛋白 Fly maggot protein
粗蛋白质 CP	8.48	48.59	62.98
代谢能 ME/(MJ/kg)	13.47	10.58	15.03
标准回肠可消化蛋氨酸 SID Met	0.176	0.546	1.040
标准回肠可消化赖氨酸 SID Lys	0.244	2.588	4.880
标准回肠可消化色氨酸 SID Trp	0.055	0.550	0.480
标准回肠可消化苏氨酸 SID Thr	0.276	1.511	2.570
标准回肠可消化蛋氨酸+半胱氨酸 SID Met+Cys	0.342	1.085	2.330
标准回肠可消化半胱氨酸 SID Cys	0.169	0.541	1.290
标准回肠可消化异亮氨酸 SID Ile	0.287	1.746	2.570
标准回肠可消化缬氨酸 SID Val	0.390	1.858	3.830
标准回肠可消化亮氨酸 SID Leu	0.959	3.027	5.030
标准回肠可消化丝氨酸 SID Ser	0.404	2.148	4.970
标准回肠可消化甘氨酸 SID Gly	0.296	1.650	4.210
标准回肠可消化精氨酸 SID Arg	0.371	3.119	3.790

代谢能为计算值, 其余均为实测值。

ME was a calculated value, while the others were all measured value.

1.2 试验设计

试验采用单因素试验设计, 选取 252 只产蛋率、体重相近的健康 33 周龄罗曼白蛋鸡, 随机分为 3 组, 每组 7 个重复, 每个重复 12 只鸡。参照 NY/T 33—2004^[8] 和理想氨基酸模式^[9], 在等能(代谢能 11.29 MJ/kg)、相同 SIDAA 平衡模式下, 配制 3 种不同粗蛋白质水平(16.50%、14.85%、

13.20%)的玉米-豆粕-蝇蛆蛋白试验饲料, 饲料中蝇蛆蛋白与豆粕提供等量的粗蛋白质。试验饲料组成、营养水平及 SIDAA 含量见表 2。预试期 2 周, 正试期 12 周。

1.3 饲养管理

试验采用半开放式鸡舍阶梯式 3 层立体笼养, 将 3 个组的共 21 个重复均匀分布于室内。自

由采食和饮水,自然光照加人工补光,人工光照强度 16 lx,光照周期 16L:8D,室温(16±2)℃,相对

湿度 50%~60%,自然通风结合纵向负压通风,每 2 周带鸡消毒 1 次。每天清粪 1 次,每 2 周结料 1 次。

表 2 试验饲料组成、营养水平及 SIDAA 含量(风干基础)

Table 2 Composition, nutrient levels and SIDAA contents of experimental diets (air-dry basis)

%

项目 Items	饲料粗蛋白质水平 Dietary crude protein level/%		
	16.50	14.85	13.20
原料 Ingredients			
玉米 Corn	65.80	69.77	75.24
豆粕 Soybean meal	10.92	8.56	5.25
蝇蛆蛋白 Fly maggot protein	8.48	6.60	4.02
L-赖氨酸盐酸盐 L-Lys HCl		0.10	0.29
DL-蛋氨酸 DL-Met	0.15	0.17	0.21
L-色氨酸 L-Try	0.03	0.05	0.08
L-苏氨酸 L-Thr	0.01	0.08	0.18
L-半胱氨酸 L-Cys	0.05	0.08	0.12
L-异亮氨酸 L-Ile	0.05	0.13	0.24
L-缬氨酸 L-Val		0.04	0.17
L-亮氨酸 L-Leu		0.02	0.20
L-丝氨酸 L-Ser			0.11
L-精氨酸 L-Arg		0.13	0.31
沸石粉 Zeolite	3.54	3.29	2.59
石粉 Limestone	9.04	9.04	9.04
磷酸氢钙 CaHPO ₄	1.20	1.20	1.20
硫酸钠 Na ₂ SO ₄	0.18	0.22	0.26
食盐 NaCl	0.21	0.18	0.15
预混料 Premix ¹⁾	0.34	0.34	0.34
合计 Total	100.00	100.00	100.00
营养水平 Nutrient levels ²⁾			
粗蛋白质 CP	16.50	14.85	13.20
钙 Ca	3.50	3.50	3.50
有效磷 AP	0.32	0.32	0.32
代谢能 ME/(MJ/kg)	11.29	11.29	11.29
标准回肠可消化氨基酸模式 SIDAA model ³⁾			
标准回肠可消化蛋氨酸 SID Met (50%)	0.41	0.41	0.41
标准回肠可消化赖氨酸 SID Lys (100%)	0.81	0.81	0.81
标准回肠可消化色氨酸 SID Trp (21%)	0.17	0.17	0.17
标准回肠可消化苏氨酸 SID Thr (70%)	0.57	0.57	0.57
标准回肠可消化蛋氨酸+半胱氨酸 SID Met+Cys (91%)	0.74	0.74	0.74
标准回肠可消化异亮氨酸 SID Ile (80%)	0.65	0.65	0.65
标准回肠可消化缬氨酸 SID Val (88%)	0.85	0.73	0.72
标准回肠可消化亮氨酸 SID Leu (158%)	1.37	1.28	1.28
标准回肠可消化丝氨酸 SID Ser (90%)	0.74	0.74	0.74
标准回肠可消化精氨酸 SID Arg (112%)	0.91	0.91	0.91
标准回肠可消化丝氨酸+甘氨酸 SID Ser+Gly (157%)	1.42	1.31	1.27

1) 预混料为每千克饲料提供 The premix provided the following per kg of diets: VA 12 500 IU, VD₃ 4 125 IU, VE 15 IU, VK 2 mg, 硫胺素 thiamin 1 mg, 核黄素 riboflavin 8.5 mg, 泛酸钙 calcium pantothenate 50 mg, 烟酸 niacin 32.5 mg, 吡哆醇 pyridoxine 8 mg, 生物素 biotin 2 mg, 叶酸 folic acid 5 mg, VB₁₂ 5 mg, 胆碱 choline 500 mg, Zn 66 mg, Mn 65 mg, I 11 mg, Fe 60 mg, Cu 8 mg, Se 0.3 mg。

2) 营养水平除代谢能和有效磷外,均为实测值。Nutrient levels were measured values except ME and AP.

3) 计算值。Calculated values.

1.4 指标检测

1.4.1 生产性能

以重复为单位,计算正试期内的平均产蛋率、日产蛋量(日产蛋总数/鸡只数)、平均蛋重、平均日采食量和料蛋比。

1.4.2 蛋清品质

试验结束时,每重复采集接近平均蛋重的 5 枚蛋样,称重,计算平均蛋重;采用 SONOVA 蛋品质自动分析(Egg Analyzer™, Orka Technology Ltd)测定鸡蛋蛋白高度、哈氏单位。分离蛋清称重,计算蛋清重、蛋清比例;全蛋清在 40 目筛子上停留 2 min,筛上物为浓蛋白,去除系带后分离浓蛋白称重,计算浓蛋白重。

1.4.3 血清蛋白质代谢指标

试验结束时,每重复选取中间笼的 1 只健康蛋鸡翅静脉采血 3 mL 并分离血清,于 -20 °C 保存待分析。血清谷草转氨酶(AST)、谷丙转氨酶(ALT)活性及总蛋白(TP)、白蛋白(ALB)、尿酸(UA)含量采用半自动生化分析仪(卓越 300 型全自动生化分析仪,上海科华生物工程股份有限公司)测定,试剂盒购于上海科华生物工程股份有限公司。

1.4.4 输卵管膨大部组织切片

试验结束时,每重复随机选取 1 只健康蛋鸡,颈静脉放血处死,剖腹取输卵管,在膨大部中间部位剪下 2 cm 组织,用生理盐水冲洗后置于 10% 甲醛溶液中固定,待做组织切片。膨大部冠状面(环状)取材、脱水、石蜡包埋、切片苏木精-伊红(HE)染色,观察样本组织学变化,于 100 倍显微镜下拍摄图片。

1.5 统计分析

数据经 Excel 2010 处理,采用 SAS 8.0 软件 ANOVA 程序进行单因素方差分析,并用 Duncan 氏法进行多重比较,结果以平均值和均值标准误(SEM)表示,以 $P < 0.05$ 为差异显著性标准。

2 结果

2.1 不同饲粮粗蛋白质水平下蝇蛆蛋白替代豆粕对蛋鸡生产性能的影响

由表 3 可知,与 16.50% 组相比,14.85% 组的产蛋率、平均蛋重、产蛋量、平均日采食量和料蛋比均无显著差异($P > 0.05$);13.20% 组的料蛋比显著增加($P < 0.05$),而产蛋率、产蛋量、平均蛋重和平均日采食量均显著降低($P < 0.05$)。

表 3 不同饲粮粗蛋白质水平下蝇蛆蛋白替代豆粕对蛋鸡生产性能的影响

Table 3 Effects of soybean meal replaced by fly maggot protein in different dietary crude protein levels on performance of laying hens ($n = 12$)

项目 Items	饲粮粗蛋白质水平 Dietary crude protein level/%			SEM	P 值 P-value
	16.50	14.85	13.20		
产蛋率 Egg production/%	87.60 ^a	83.80 ^a	79.11 ^b	1.18	0.045 7
平均蛋重 Average egg weight/g	59.35 ^a	58.82 ^a	57.69 ^b	0.33	0.000 3
产蛋量 Egg mass/(g/d)	51.51 ^a	48.25 ^a	45.47 ^b	0.10	0.010 5
平均日采食量 Average daily feed intake/(g/d)	118.81 ^a	117.72 ^a	115.28 ^b	0.62	0.029 7
料蛋比 Feed/egg	2.30 ^b	2.40 ^b	2.54 ^a	0.04	0.030 1

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 不同饲粮粗蛋白质水平下蝇蛆蛋白替代豆粕对鸡蛋蛋清品质的影响

由表 4 可知,试验开始前(0 周),各组鸡蛋蛋清品质均无显著差异($P > 0.05$)。试验期末(12 周),与 16.50% 组相比,14.85% 组的平均蛋重、蛋

清重、浓蛋白重、蛋白高度、哈氏单位和蛋清比例均无显著差异($P > 0.05$);13.20% 组的平均蛋重、蛋清重、浓蛋白重和蛋白高度分别显著降低了 4.08%、4.74%、9.37% 和 8.47% ($P < 0.05$),而蛋清比例、哈氏单位无显著差异($P > 0.05$)。

表 4 不同饲料粗蛋白质水平下蝇蛆蛋白替代豆粕对蛋鸡蛋清品质的影响

Table 4 Effects of soybean meal replaced by fly maggot protein in different dietary crude protein levels on egg albumen quality of laying hens ($n=12$)

项目 Items	时间 Time/周	饲料粗蛋白质水平 Dietary crude protein level/%			SEM	P 值 P-value
		16.50	14.85	13.20		
平均蛋重	0	59.52	60.22	60.31	0.26	0.419 4
Average egg weigh/g	12	62.24 ^a	63.14 ^a	59.70 ^b	0.39	0.004 0
蛋清重	0	38.11	38.68	37.83	0.33	0.590 7
Albumen weigh/g	12	39.45 ^a	40.13 ^a	37.58 ^b	0.28	0.009 2
浓蛋白重	0	19.88	20.86	20.09	0.34	0.487 0
Thick albumen weigh/g	12	17.71 ^a	17.59 ^a	16.05 ^b	0.28	0.017 1
哈氏单位	0	88.95	87.23	87.26	0.41	0.148 0
Haugh unit	12	78.50	78.25	77.92	0.58	0.334 4
蛋白高度	0	7.89	7.71	7.62	0.08	0.400 4
Albumen height/mm	12	6.49 ^a	6.24 ^a	5.94 ^b	0.09	0.043 3
蛋清比例	0	64.65	64.19	63.66	0.27	0.351 3
Albumen proportion/%	12	63.46	63.53	63.00	0.22	0.574 9

2.3 不同饲料粗蛋白质水平下蝇蛆蛋白替代豆粕对蛋鸡蛋血清蛋白质代谢指标的影响

由表5可知,不同饲料粗蛋白质水平下蝇蛆

蛋白替代豆粕对蛋鸡蛋血清 AST、ALT 活性及 TP、ALB、UA 含量没有显著影响 ($P>0.05$)。

表 5 不同饲料粗蛋白质水平下蝇蛆蛋白替代豆粕对蛋鸡蛋血清蛋白质代谢指标的影响

Table 5 Effects of soybean meal replaced by fly maggot protein in different dietary crude protein levels on serum proteometabolism indexes of laying hens ($n=12$)

项目 Items	饲料粗蛋白质水平 Dietary crude protein level/%			SEM	P 值 P-value
	16.50	14.85	13.20		
谷丙转氨酶 ALT/(U/L)	7.67	4.75	6.43	0.52	0.097 5
谷草转氨酶 AST/(U/L)	198.57	204.57	210.14	8.95	0.881 4
总蛋白 TP/(g/L)	56.36	56.51	47.44	1.99	0.097 5
白蛋白 ALB/(g/L)	19.75	19.88	18.26	0.68	0.585 6
尿酸 UA/($\mu\text{mol/L}$)	230.83	226.50	227.14	3.78	0.987 8

2.4 不同饲料粗蛋白质水平下蝇蛆蛋白替代豆粕对蛋鸡蛋输卵管膨大部组织学形态的影响

图 1 显示的是各组连续饲喂 12 周之后的输卵管膨大部组织切片,如图所示,在输卵管膨大部病理学方面,16.50%组、14.85%组和 13.20%组输卵管黏膜固有层结构清晰,局部间质小血管充血,未见炎症细胞浸润;输卵管黏膜皱襞粗大,固有层腺体发达,腺体数量多、密度大,管状腺细胞肥大,管状腺内可见大量糖原及分泌颗粒。可见,不同饲料粗蛋白质水平下蝇蛆蛋白替代豆粕并未对蛋鸡蛋输卵管膨大部的分泌功能产生不良影响。

3 讨论

3.1 不同饲料粗蛋白质水平下蝇蛆蛋白替代豆粕对蛋鸡蛋生产性能的影响

低粗蛋白质水平饲料是指基于理想氨基酸模式,按照营养需要标准,饲料粗蛋白质水平降低 2%~4%,补足晶体氨基酸,满足动物需求^[10]。研究表明,蝇蛆蛋白替代豆粕使用可提高长顺绿壳蛋鸡的产蛋率和产蛋量^[11]。蝇蛆蛋白替代豆粕饲喂蛋鸡,试验期内产蛋数提高了 9.2%,蛋重增加了 62%^[12]。180 日龄罗曼白蛋鸡饲喂蝇蛆蛋白,可显著提高其产蛋率^[2]。在本试验中,添加晶体

氨基酸使各组必需氨基酸与赖氨酸比例一致。本试验结果表明,使用蝇蛆蛋白替代豆粕,适当降低饲料粗蛋白质水平(降至 14.85%),对产蛋高峰期罗曼白蛋鸡的产蛋率、平均蛋重、产蛋量和平均日采食量均无显著差异。也有研究表明,在 43 周龄海兰褐蛋鸡饲料中添加 5%~15%的蝇蛆蛋白可显著增加蛋重,但对平均日采食量和产蛋率无显著影响^[13]。这与本试验研究结果不完全一致,可能与蛋鸡所处的生理阶段以及季节有关。此外,本

研究表明在 SIDAA 模式下,当饲料粗蛋白质水平降低至 13.20%时,其生产性能依然显著降低,可能是因为 13.20%组蝇蛆蛋白添加量较少,饲料中缺乏某种活性物质;还可能是因为 13.20%组中为平衡饲料氨基酸,添加了较多的晶体氨基酸盐酸盐如 L-赖氨酸盐酸盐,导致机体酸碱失衡,从而影响了 13.20%组的饲喂效果。研究认为,过分降低饲料粗蛋白质水平导致家禽生产性能下降的原因之一是体内离子失衡^[14]。

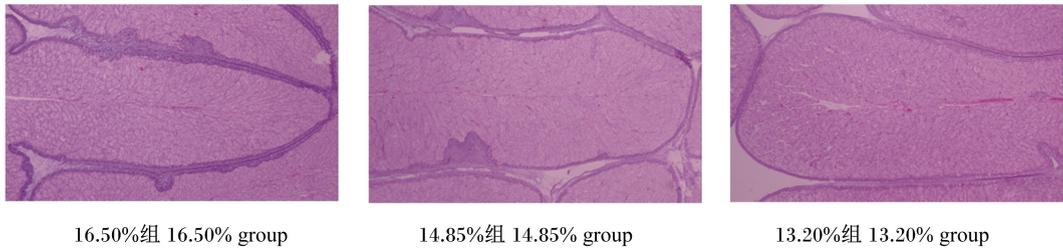


图 1 输卵管膨大部组织病理学观察

Fig.1 Histopathological observation of magnum tubae uterinae (100×)

3.2 不同饲料粗蛋白质水平下蝇蛆蛋白替代豆粕对蛋清品质的影响

鸡蛋蛋清约占蛋重的 63%^[15],由内向外依次是内浓蛋白、内稀蛋白、外浓蛋白和外稀蛋白。国际上通常用蛋白高度和哈氏单位作为蛋清品质评定的指标,蛋白高度越高,蛋清越浓稠,蛋清品质越好^[16]。鸡蛋蛋清品质受饲料粗蛋白质水平、蛋白质来源、蛋鸡品种、年龄、储存时间等多种因素的影响。本研究结果显示,饲料粗蛋白质水平降低至 14.85%时未显著影响试验末期鸡蛋的平均蛋重、蛋清重、浓蛋白重、蛋白高度、哈氏单位、蛋清比例等。饲料粗蛋白质水平降低至 13.20%时则显著降低平均蛋重、蛋清重、浓蛋白重和蛋白高度。蛋鸡对小肽、非必需氨基酸有最低需要量^[17],13.20%组虽然平衡了饲料中大部分氨基酸,但例如谷氨酸(Glu)、天冬氨酸(Asp)和小肽等这些营养物质可能缺乏;另外,饲料过低的粗蛋白质水平也导致蛋鸡体内蛋白质合成不足或者抑制蛋白质合成,进而影响蛋清品质^[18]。由此可见,蛋鸡饲料长期使用蝇蛆蛋白替代豆粕并使饲料粗蛋白质水平降低 1.65%不影响蛋清品质。

3.3 不同饲料粗蛋白质水平下蝇蛆蛋白替代豆粕对蛋鸡血清蛋白质代谢指标的影响

血液承担着运输养料和代谢废物的重要功

能,血液生化指标直接反映机体健康和代谢情况。AST 和 ALT 是心脏和肝脏中活性最高的 2 种转氨酶,在机体氨基酸代谢中发挥重要作用。肝脏发生损伤时,肝细胞不能保持其结构和功能的完整性,血清 AST 和 ALT 活性会显著升高^[19]。UA 含量反映肾小球功能,UA 含量提高提示肾小球滤过作用出现异常。本试验结果显示,各组间血清 ALT、AST 活性及 UA 含量无显著差异,说明本试验条件下蝇蛆蛋白并未对罗曼白蛋鸡的肝脏和肾脏功能产生不良影响。血清 TP 包括 ALB 和球蛋白(GLB),TP 反映机体蛋白质代谢水平,ALB 由肝脏产生,反映肝脏合成蛋白质功能,本试验结果显示,血清 TP、ALB 含量虽无显著变化,但 13.20%组血清 TP、ALB 含量均有所降低,说明 13.20%组蛋白质合成功能减弱。

3.4 不同饲料粗蛋白质水平下蝇蛆蛋白替代豆粕对蛋鸡输卵管膨大部组织学形态的影响

蛋鸡输卵管膨大部是蛋清蛋白合成和分泌的部位^[20],其健康状况直接影响鸡蛋蛋清品质。受病毒感染或应激时,蛋鸡输卵管膨大部管状腺细胞和颗粒细胞出现病变,致蛋清蛋白合成不足,蛋清稀化^[21-22]。在本试验条件下,各组的蛋鸡输卵管膨大部组织结构完整,管状腺的腺细胞肥大,管状腺内有大量糖原及分泌颗粒,说明在蛋鸡低粗

蛋白质水平饲料中使用蝇蛆蛋白替代豆粕并未对输卵管膨大部的蛋白质合成、分泌功能产生损伤。蝇蛆蛋白一方面可以在低粗蛋白质水平饲料中维持蛋鸡输卵管膨大部的正常功能,另一方面在饲料粗蛋白质水平更低时则会对蛋清品质产生不良影响,这种变化除了蝇蛆蛋白在低粗蛋白质水平饲料中影响肝脏蛋白质代谢外,可能与肠道对氨基酸和小肽等的吸收和转运有关,研究发现家禽对饲料蛋白质的利用率与空肠氨基酸转运载体有关^[23]。这一点有待于进一步研究证实。

4 结论

饲料等能、相同 SIDAA 模式下,使用蝇蛆蛋白替代豆粕并使饲料粗蛋白质水平降低至14.85%时未影响蛋鸡的生产性能和蛋清品质,但饲料粗蛋白质水平降低至13.20%时则有不利影响。

参考文献:

- [1] 付胜勇.标准回肠可消化氨基酸模式下日粮能量与蛋白质水平对产蛋鸡的影响[D].硕士学位论文.北京:中国农业科学院,2012.
- [2] 郝贵增,付亮,李敬玺.蝇蛆蛋白对蛋鸡免疫力和生产性能的影响[J].中国农学通报,2012,28(8):38-41.
- [3] 白钢,张翼翔,戈娜,等.蝇蛆蛋白质的营养评价[J].食品研究与开发,2012,33(6):189-190,194.
- [4] 陈晓帅,杨海明,王万平,等.蝇蛆在家禽生产中的应用[J].上海畜牧兽医通讯,2016(3):50-52.
- [5] 霍桂桃,任文社,谷子林,等.蝇蛆蛋白及蝇蛆培养残料对夏季产蛋鸡血液生化指标的影响[J].黑龙江畜牧兽医,2006(11):53-55.
- [6] 于春梅.蝇蛆蛋白质对蛋鸡生产性能的影响[J].中国畜禽种业,2014(2):146-147.
- [7] 宋宇琨,何俊.4种动物性蛋白质饲料的营养特性及其在畜禽养殖中的应用[J].动物营养学报,2019,31(1):109-118.
- [8] 中华人民共和国农业部.NY/T 33—2004 鸡饲养标准[S].北京:中国农业出版社,2004.
- [9] LEMME A. Amino Acid recommendations for laying hens[J].Lohmann Information,2009,44(2):21.
- [10] 郭丹.正常及低蛋白饲料下产蛋高峰期蛋鸡蛋氨酸需要量的研究[D].硕士学位论文.哈尔滨:东北农业大学,2016.
- [11] HWANGBO J, LEE B S, BAE H D, et al. Influence of feeding dried fly larvae on egg quality in laying hens [J]. Korean Journal of Poultry Science, 2005, 32(3): 203-209.
- [12] 欧茂均,金深逊,张宗庆.饲料中添加蝇蛆和蚯蚓饲喂蛋鸡的效果观察[J].四川畜牧兽医,2012,39(7):21-22.
- [13] 魏洪,迟茜文,李俞亭,等.蝇蛆蛋白对长顺绿壳蛋鸡产蛋性能与肉质影响的观察[J].中国食品添加剂,2016(5):64-67.
- [14] WALDROUP P W. Feeding programs for broilers: the challenge of low protein diets [C]//Proceedings of Maryland Nutrition Conference for Feed Manufacturers. College Park, MD: [s.n.], 2000: 119-134.
- [15] KOVACS-NOLAN J, PHILLIPS M, MINE Y. Advances in the value of eggs and egg components for human health [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2005, 53(22): 8421-8431.
- [16] 王晓翠,武书庚,张海军,等.鸡蛋蛋清品质营养调控的研究进展[J].动物营养学报,2019,31(4):1491-1498.
- [17] 张利敏,武晓红,李朝云,等.氨基酸平衡饲料的代谢能和粗蛋白质水平对产蛋鸡生产性能及养分利用的影响[C]//第六次全国饲料营养学术研讨会论文集.杨凌:中国畜牧兽医学会动物营养学分会,2010: 26.
- [18] NOVAK C, YAKOUT H M, SCHEIDELER S E. The effect of dietary protein level and total sulfur amino acid: lysine ratio on egg production parameters and egg yield in Hy-Line W-98 hens [J]. Poultry Science, 2006, 85(12): 2195-2206.
- [19] AUZA N J, OLSON W G, MURPHY M J, et al. Diagnosis and treatment of copper toxicosis in ruminants [J]. Journal of the American Veterinary Medical Association, 1999, 214(11): 1624-1628.
- [20] ZHAO J P, ZHANG Q, JIAO H C, et al. Ovalbumin expression in the oviduct magnum of hens is related to the rate of egg laying and shows distinct stress-type-specific responses [J]. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 2016, 100(5): 876-883.
- [21] 韩雪英.蛋鸡感染 NDV 后输卵管组织中 *CaBP-D28k*、*OVA* 基因 mRNA 表达及蛋品质变化研究[D].硕士学位论文.杨凌:西北农林科技大学,2015.
- [22] 李涛.产蛋鸡感染 H9N2 亚型禽流感病毒后输卵管中卵清蛋白基因表达的变化[D].硕士学位论文.杨凌:西北农林科技大学,2014.
- [23] GILBERT E R, LI H F, EMMERSON D A, et al. Dietary protein quality and feed restriction influence abundance of nutrient transporter mRNA in the small intes-

tine of broiler chicks [J]. The Journal of Nutrition,

2008, 138(2):262-271.

Effects of Soybean Meal Replaced by Fly Maggot Protein in Different Dietary Crude Protein Levels on Performance, Albumen Quality and Serum Proteometabolism Indexes of Laying Hens

CHE Yanzhuo¹ XUAN Qiuxi^{2*} WU Shugeng^{1**} WANG Xiaocui¹ QI Xiaolong^{2**}
WANG Jing¹ ZHANG Haijun¹ QI Guanghai¹

(1. Key Laboratory of Feed Biotechnology of Ministry of Agriculture & Rural Affairs, National Engineering Research Center of Biological Feed, Feed Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China; 2. College of Animal Science and Technology, Beijing Agricultural Collage, Beijing 100081, China)

Abstract: The objective of this experiment was to evaluate the effects of soybean meal replaced by fly maggot protein in different dietary crude protein levels on performance, albumen quality and serum proteometabolism indexes of laying hens. A single factor test design was adopted, two hundred and fifty-two healthy Roman white laying hens at 33 weeks of age with similar egg production and body weight were randomly divided into 3 groups with 7 replicates per group and 12 laying hens per replicate. Hens in the 3 groups were fed different crude protein levels (16.50%, 14.85% and 13.20%) corn-soybean-fly maggot protein diets which formulated by standard ileum digestible anima acid (SIDAA) balance model, the fly maggot protein and soybean meal provided the same amount of crude protein in each group. The pre-experimental period lasted for 2 weeks, and the experimental period lasted for 12 weeks. The results showed as follows: 1) compared with the 16.50% group, the egg production, average egg weight, egg mass, average daily feed intake and feed/egg of 14.85% group were no significant difference ($P>0.05$); the feed/egg of 13.20% group was significantly increased ($P<0.05$), while the egg production, average egg weight, egg mass and average daily feed intake were significantly decreased ($P<0.05$). 2) Compared with the 16.50% group, the average egg weigh, albumen weigh, thick albumen weigh, albumen height, Haugh unit and albumen proportion of 14.85% group were no significant difference ($P>0.05$); the average egg weigh, albumen weigh, thick albumen weigh and albumen height of 13.20% group were significantly decreased ($P<0.05$), while the Haugh unit and albumen proportion were no significant difference ($P>0.05$). 3) There were no significant differences in glutamic oxaloacetylase, glutamic pyruvic transaminase activities and total protein, albumin, uric acid contents in serum among all groups ($P>0.05$), and the histological morphology in magnum tubae uterinae was normal. It is concluded that under this experiment condition, using fly maggot protein replace soybean meal and dietary crude protein decrease to 14.85% has no adverse effects on performance and albumen quality of laying hens, but dietary crude protein decreased to 13.20% has adverse effects. [*Chinese Journal of Animal Nutrition*, 2020, 32(4):1624-1631]

Key words: low crude protein level; fly maggot protein; performance; albumen quality; laying hens

* Contributed equally

** Corresponding authors: WU Shugeng, professor, E-mail: wushugeng@caas.cn; QI Xiaolong, lecturer, E-mail: buaqxl@126.com