

# 油脂类型和日粮能量对肉仔鸡生长性能和脂肪沉积的影响

李娟娟 佟建明\* 董晓芳 张 琪 吴莹莹

(中国农业科学院北京畜牧兽医研究所动物营养学国家重点实验室,北京 100193)

**摘 要:** 本试验旨在研究油脂类型和日粮能量对肉仔鸡生长性能和脂肪沉积的影响。选取 900 只 AA 公鸡分为 10 个组,采用 3×3 两因子试验设计,饲养 6 周,统计各阶段生产性能(体重、日采食量、日增重以及料重比),同时测定腹脂率、肝脂率、血清甘油三酯和胆固醇含量,胸肌、腿肌以及排泄物中脂肪含量。结果表明,豆油组和鱼油组肉仔鸡的料重比比牛油组低( $P<0.05$ );低、中、高能组料重比显著低于对照组( $P<0.05$ )。油脂类型对腹脂率的影响不显著,但呈现的趋势同样是多不饱和脂肪酸与饱和脂肪酸相比,可减少腹脂沉积;鱼油降低了腿肌脂肪含量( $P<0.05$ )。与对照组相比,低、中、高能组腹脂沉积均有显著性增加( $P<0.05$ ),但中能组高于高能组和低能组( $P<0.0001$ )。排泄物中脂肪含量牛油组高于豆油组和鱼油组,3 个能量水平组高于对照组( $P<0.05$ )。油脂类型和能量水平的互作对 22~42 d 肉仔鸡日采食量、血清甘油三酯含量以及 1~4 周龄肉仔鸡排泄物中脂肪含量均有显著性影响( $P<0.05$ )。由此可知,日粮中添加豆油和鱼油可以提高肉鸡的生产性能,减少脂肪浪费,但 3 种油脂对肉仔鸡腹脂率的影响无显著差异;能量为 13.39 MJ/kg 时肉仔鸡的日增重和日采食量最大;肉仔鸡脂肪的排出在饲养期的第 5 周达到最低。

**关键词:** 油脂类型;能量水平;生长性能;脂肪沉积;肉仔鸡

脂肪作为高能量饲料添加组分,常被添加到肉仔鸡日粮中以提高日粮能量浓度,并且能提高肉仔鸡增重速度和改善饲料转化效率。通常认为添加脂肪后延缓食物在胃肠道中的流动速度,增加营养物质消化吸收时间,从而提高其吸收利用率所致。但在添加油脂的同时也带来了脂肪过度沉积的问题,因此需要选择合适的油脂及能量水平,使添加油脂在既满足肉仔鸡能量需要的同时,也不会造成脂肪的过度沉积并减少脂肪的浪费。不同类型油脂由于所含脂肪酸种类的不同,使得肉仔鸡脂肪沉积多少不一。研究报道,肉仔鸡日粮中添加多不饱和脂肪酸比饱和脂肪酸其脂肪沉积要少<sup>[1-2]</sup>。但也有研究报道<sup>[3-4]</sup>不同类型油脂对腹脂沉积的影响无显著差异。此外,腹脂沉积的多少与日粮能量的高低有关<sup>[1-2,5]</sup>,Deaton<sup>[6]</sup>、Crespo<sup>[7]</sup>报道,随能量水平的增加,脂肪沉积增加。然而,关于油脂类型和日粮能量对肉仔鸡脂肪沉积的影响的报道其结果还不尽一致,另外,不同种类的脂肪酸对脂肪的排出有何影响还未见报道。本研究通过测定油脂类型和日粮能量对肉仔鸡

生产性能、脂肪沉积和排出的影响,旨在实现日粮中添加油脂满足肉仔鸡能量需要的同时,又不会造成脂肪的过度沉积,并且可以减少脂肪的浪费,为今后调节肉仔鸡脂肪沉积、开发脂肪代谢调控技术奠定理论基础。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验动物与日粮

选取 900 只 AA 公鸡分为 10 个组,每个组 6 个重复,每个重复 15 只鸡。采用 3×3 两因子的试验安排,3 个处理分别添加牛油(富含饱和脂肪酸)、鱼油(富含  $\omega-3$  多不饱和脂肪酸)、豆油( $\omega-6$  多不饱和脂肪酸),日粮能量分为 12.97、13.39、13.81 MJ/kg(低、中、高)3 个水平,一个不加油的空白作对照,共 10 组。试验用油脂均为市场购买,3 种油脂的酸值、过氧化物值以及脂肪酸种类和含量均由中国农业大学饲料工业中心测定(表 1 和表 2)。各组饲料配方及营养水平见表 3,饲料配制参考 NRC(1994)。

收稿日期:2008-03-02

基金项目:国家科技支撑计划(2006BAD12B00)

作者简介:李娟娟(1983-),女,山西阳泉人,硕士研究生,研究方向为免疫营养学。E-mail:lijuanjuan0810@163.com

\* 通讯作者:佟建明,研究员,博士生导师,E-mail:tjm606@263.net

表 1 3 种油脂的酸值和过氧化物值  
Table 1 The acid value and iodine value of three kinds of oils

油脂 Oil	酸值 Acid value (mg KOH/g)	过氧化物值 Iodine value (mmol/kg)
牛油 Tallow	0.14	2.26
鱼油 Fish oil	0.40	7.84
豆油 Soybean oil	1.64	5.87

表 2 油脂中脂肪酸的种类与含量  
Table 2 The types and content of oils (%)

脂肪酸 Fatty acid	牛油 Tallow	鱼油 Fish oil	豆油 Soybean oil
C10 : 0	0.071	0.047	ND
C12 : 0	0.086	0.104	0.005
C14 : 0	2.732	4.744	0.080
C14 : 1	0.221	0.329	ND
C16 : 0	22.596	16.825	10.289
C16 : 1 n-7	1.390	4.015	0.081
C18 : 0	26.733	3.538	3.979
C18 : 1 n-9	26.581	9.664	20.668
C18 : 1 n-7	0.661	2.594	1.375
C18 : 2	1.766	2.576	49.500
C18 : 3 n-6	0.013	0.181	0.155
C20 : 5 n-3	ND	9.626	0.011
C22 : 1	ND	0.458	ND
C18 : 3 n-3	0.268	1.264	6.062
c9-t11-CLA	0.251	2.020	0.024
t10-c12-CLA	0.019	0.024	0.017
C20 : 0	0.298	0.303	0.352
C20 : 1 n-7	0.123	3.463	0.195
C20 : 2	0.023	0.268	0.038
C20 : 4 n-6	0.028	0.686	ND
C22 : 0	0.049	0.126	0.394
C22 : 4 n-6	0.013	0.072	ND
C24 : 0	0.020	0.044	0.141
C22 : 5	0.031	0.763	ND
C22 : 6 n-3	ND	6.512	ND
C24 : 1	ND	12.495	ND
SFA	52.585	25.731	15.143
n-3 PUFA	0.268	17.402	6.073
n-6 PUFA	1.820	3.443	49.655

ND 表示不含有该种脂肪酸, SFA 表示饱和脂肪酸, PUFA 表示多不饱和脂肪酸。

ND means no this fatty acid, SFA means saturated fatty acids, PUFA means poly-unsaturated fatty acids.

1.2 饲养管理

试验各组在同一栋鸡舍进行常规饲养。7 日龄进行新城疫弱毒苗首免, 14 日龄进行法氏囊苗饮水免疫, 21 日龄新城疫弱毒苗加强免疫, 试验期 6 周。

第 1 周鸡舍温度 32~35℃, 第 2 周为 30~32℃, 以后每周下降 2℃, 4 周后为自然温度条件下饲养, 24 h 光照。

1.3 屠宰与取样

在试验期 7、14、21、28、35、42 d 的同一时间, 分别从每个重复取粪样, 65℃ 烘干制成风干样以备测其中粗脂肪含量。

在试验的第 42 天, 分别从各个重复取 1 只鸡, 取血, 室温静置 10 h 后 4 000 r/min 离心 15 min, 将析出的血清于 -20℃ 保存备测。同时, 迅速摘取肝脏、腹脂, 称重后迅速投入液氮保存。然后取同一部位的胸肌和腿肌各一块保存于 -20℃, 用于测定血清甘油三酯和胆固醇含量, 腹脂率, 肝脏、胸肌和腿肌中粗脂肪含量。

1.4 指标测定

鸡群禁食 12 h 后进行全群空腹称重, 统计 1~21 d、22~42 d 以及整个饲养阶段的体重、日增重、日采食量以及料重比。粪样、肝脏、胸肌、腿肌中粗脂肪的测定采用乙醚抽提法(GB/T 6433-94)。血清中甘油三酯和胆固醇的含量采用中生北控生物科技股份有限公司生产的试剂盒在日立 7060 型全自动生化分析仪上测定。

1.5 数据处理

利用 SAS 8.0 系统中的一般线性模型(GLM)程序进行两因子方差分析, 统计模型中包括添加油脂类型、添加水平及种类×水平互作。方差分析差异显著者, 以 LSD 法比较各处理组平均数间的差异显著性。

2 结 果

2.1 日粮能量水平及油脂类型对 AA 肉仔鸡生产性能的影响

从油脂类型看(表 4), 42 d 豆油组肉仔鸡体重显著高于牛油组和鱼油组( $P<0.05$ ); 各饲养阶段结果表明, 鱼油和豆油组肉仔鸡的料重比显著低于牛油( $P<0.05$ ); 22~42 d 和 1~42 d, 豆油组肉仔鸡的日增重显著高于牛油组和鱼油组( $P<0.05$ )。1~42 d, 鱼油组日采食量显著低于牛油组和豆油组( $P<0.05$ )。

表 3 饲料配方及营养水平(风干基础)  
Table 3 Composition and nutrient levels of diets (air-dry basis, %)

项目 Items	鱼油 Fish oil						豆油 Soybean oil						牛油 Tallow						对照组	
	低 L		中 M		高 H		低 L		中 M		高 H		低 L		中 M		高 H		Control group	
	0~3	4~6	0~3	4~6	0~3	4~6	0~3	4~6	0~3	4~6	0~3	4~6	0~3	4~6	0~3	4~6	0~3	4~6	0~3	4~6
	周	周	周	周	周	周	周	周	周	周	周	周	周	周	周	周	周	周	周	周
	0~3	4~6	0~3	4~6	0~3	4~6	0~3	4~6	0~3	4~6	0~3	4~6	0~3	4~6	0~3	4~6	0~3	4~6	0~3	4~6
	week	week	week	week	week	week	week	week	week	week	week	week	week	week	week	week	week	week	week	week
原料 Ingredients																				
玉米 Corn	54.0	57.5	53.1	57.4	51.5	55.5	54.0	57.5	53.1	57.6	51.7	55.8	54.0	58.5	53.1	57.1	51.5	56.0	61.6	64.4
豆粕 Soybean meal	34.6	32.0	33.0	29.6	32.4	29.3	34.6	32.0	33.0	29.2	32.1	28.8	33.5	29.6	31.5	28.4	30.7	27.1	32.9	31.1
酪蛋白 Casein	1.0	0.2	2.0	1.5	2.5	1.9	1.0	0.2	2.0	1.7	2.6	2.1	1.6	1.4	2.8	2.2	3.4	3.0	1.1	—
油 Oil	6.0	5.8	7.5	7.0	9.2	8.8	6.0	5.8	7.5	7.0	9.2	8.8	6.5	6.0	8.2	7.8	10.0	9.4	—	—
食盐 NaCl	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
石粉 Limestone	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
磷酸氢钙 CaHPO <sub>4</sub>	1.8	1.9	1.8	1.9	1.8	1.9	1.8	1.9	1.8	1.9	1.8	1.9	1.8	1.9	1.8	1.9	1.8	1.9	1.8	1.9
预混料 Premix <sup>1)</sup>	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
合计 Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
营养水平 Nutrient levels																				
代谢能 ME (MJ/kg)	12.97	12.97	13.39	13.39	13.81	13.81	12.97	12.97	13.39	13.39	13.81	13.81	12.97	12.97	13.39	13.39	13.81	13.81	11.71	11.71
粗蛋白质 CP	20.80	19.30	20.80	19.30	20.80	19.30	20.80	19.30	20.80	19.30	20.80	19.30	20.80	19.30	20.80	19.30	20.80	19.30	20.80	19.30
粗脂肪 EE <sup>2)</sup>	7.66	7.66	9.11	9.11	9.86	9.86	8.07	8.07	9.20	9.20	10.20	10.20	8.53	8.53	9.56	9.56	10.71	70.71	3.43	3.43
钙 Ca	0.97	0.98	0.97	0.98	0.97	0.98	0.97	0.98	0.97	0.98	0.97	0.98	0.97	0.98	0.97	0.98	0.97	0.98	1.04	1.06
总磷 TP	0.69	0.70	0.69	0.70	0.69	0.69	0.69	0.70	0.69	0.70	0.69	0.69	0.69	0.70	0.69	0.69	0.69	0.69	0.65	0.66
有效磷 AP	0.44	0.45	0.45	0.46	0.45	0.46	0.44	0.45	0.45	0.46	0.45	0.46	0.44	0.46	0.45	0.46	0.45	0.46	0.45	0.46
蛋氨酸 Met	0.34	0.31	0.35	0.33	0.36	0.33	0.34	0.31	0.35	0.33	0.36	0.33	0.35	0.33	0.37	0.34	0.37	0.35	0.30	0.28
蛋氨酸+胱氨酸 Met+Cys	0.69	0.64	0.69	0.65	0.69	0.65	0.69	0.64	0.69	0.65	0.69	0.65	0.69	0.65	0.70	0.66	0.70	0.66	0.62	0.59
赖氨酸 Lys	1.12	1.00	1.15	1.04	1.17	1.05	1.12	1.00	1.15	1.04	1.17	1.05	1.14	1.03	1.17	1.05	1.19	1.08	1.03	0.99

<sup>1)</sup> 预混料为每千克全价料提供 The premix provides following for per kilogram of diet: Cu 10 mg; Fe 90 mg; Mn 90 mg; Zn 50 mg; Se 0.2 mg; I 0.4 mg; Co 0.4 mg; VA 5 000 IU; VD<sub>3</sub> 500 IU; VE 10 IU; VB<sub>1</sub> 1.5 mg; VB<sub>2</sub> 6 mg; VB<sub>6</sub> 1.5 mg; VB<sub>12</sub> 0.01 mg; 泛酸 pantothenic acid 12 mg; 烟酸 nicotinic acid 35 mg; 生物素 biotin 0.8 mg; 叶酸 folic acid 0.8 mg。

<sup>2)</sup> 实测值 Tested value。

表 4 日粮能量水平及油脂类型对 AA 肉仔鸡生产性能的影响

Table 4 Effects of different dietary fat and energy level on growth performance of broilers

油脂类型 Fat types	能量水平 Energy levels	1~21 日龄 1~21 d		料重比 F/G	22~42 日龄 22~42 d		料重比 F/G	1~42 日龄 1~42 d		料重比 F/G	体重 Weight (kg)	
		日采食量	日增重		日采食量	日增重		日采食量	日增重		21 日龄	42 日龄
		ADFI (g)	ADG (g)		ADFI (g)	ADG (g)		ADFI (g)	ADG (g)		21 d	42 d
对照组 Control group	对照 C	43.40	30.33	1.354	126.98 <sup>ef</sup>	60.96	2.206	85.19	45.64	1.780	0.679	1.959
牛油 Tallow	低 L	46.60	34.04	1.298	137.91 <sup>abc</sup>	68.30	2.111	92.26	51.17	1.704	0.758	2.192
	中 M	47.51	35.04	1.273	145.61 <sup>a</sup>	69.20	2.116	96.56	52.12	1.695	0.779	2.232
	高 H	47.30	35.48	1.261	130.25 <sup>cde</sup>	66.21	2.083	88.77	50.85	1.672	0.788	2.178
豆油 Soybean oil	低 L	45.69	34.02	1.267	134.62 <sup>bcde</sup>	70.49	1.970	90.15	52.26	1.618	0.757	2.237
	中 M	45.28	35.31	1.220	138.47 <sup>ab</sup>	72.45	1.929	91.87	53.88	1.574	0.783	2.304
	高 H	44.13	34.51	1.218	136.41 <sup>bcd</sup>	72.96	1.887	90.27	53.73	1.552	0.767	2.299
鱼油 Fish oil	低 L	45.64	34.25	1.215	120.98 <sup>f</sup>	67.31	1.826	83.31	50.78	1.539	0.761	2.175
	中 M	45.91	35.69	1.204	131.64 <sup>bcde</sup>	66.41	2.031	88.77	51.05	1.618	0.792	2.186
	高 H	44.65	35.78	1.179	129.09 <sup>de</sup>	68.45	1.964	86.87	52.12	1.572	0.793	2.231
集合标准误 Pooled SE		0.000 7	0.540 2	0.020 3	0.002 8	1.703 8	0.070 8	0.001 6	0.935 1	0.036 8	0.011 5	0.039 4
油脂类型 Fat types	牛油 Tallow	46.20	33.72	1.297 <sup>a</sup>	135.19	66.17 <sup>b</sup>	2.129 <sup>a</sup>	90.69 <sup>a</sup>	49.95 <sup>b</sup>	1.713 <sup>a</sup>	0.751	2.140 <sup>b</sup>
	豆油 Soybean oil	44.63	33.54	1.265 <sup>b</sup>	134.12	69.22 <sup>a</sup>	1.998 <sup>b</sup>	89.37 <sup>a</sup>	51.38 <sup>a</sup>	1.631 <sup>b</sup>	0.746	2.200 <sup>a</sup>
	鱼油 Fish oil	44.90	34.01	1.247 <sup>b</sup>	127.17	65.78 <sup>b</sup>	2.007 <sup>b</sup>	86.04 <sup>b</sup>	49.90 <sup>b</sup>	1.627 <sup>b</sup>	0.756	2.138 <sup>b</sup>
集合标准误 Pooled SE		0.000 4	0.270 1	0.010 2	0.001 4	0.851 9	0.035 4	0.000 8	0.467 6	0.018 4	0.005 7	0.019 7
能量水平 Energy level	对照 C	43.40 <sup>b</sup>	30.33 <sup>c</sup>	1.354 <sup>a</sup>	126.98	60.96 <sup>a</sup>	2.206 <sup>a</sup>	85.19 <sup>c</sup>	45.64 <sup>b</sup>	1.780 <sup>a</sup>	0.679 <sup>c</sup>	1.959 <sup>b</sup>
	低 L	45.98 <sup>a</sup>	34.10 <sup>b</sup>	1.272 <sup>b</sup>	131.17	68.70 <sup>b</sup>	1.969 <sup>b</sup>	88.57 <sup>b</sup>	51.40 <sup>a</sup>	1.621 <sup>b</sup>	0.759 <sup>b</sup>	2.201 <sup>a</sup>
	中 M	46.23 <sup>a</sup>	35.35 <sup>a</sup>	1.232 <sup>c</sup>	138.57	69.35 <sup>b</sup>	2.026 <sup>b</sup>	92.40 <sup>a</sup>	52.35 <sup>a</sup>	1.629 <sup>b</sup>	0.784 <sup>a</sup>	2.241 <sup>a</sup>
	高 H	45.36 <sup>a</sup>	35.26 <sup>a</sup>	1.219 <sup>c</sup>	131.92	69.21 <sup>b</sup>	1.978 <sup>b</sup>	88.64 <sup>b</sup>	52.23 <sup>a</sup>	1.599 <sup>b</sup>	0.783 <sup>a</sup>	2.236 <sup>a</sup>
集合标准误 Pooled SE		0.000 4	0.311 9	0.011 7	0.001 7	0.983 7	0.040 9	0.000 9	0.539 9	0.021 3	0.006 6	0.022 7
P 值 P-value												
油脂类型 Fat type		0.007 9	0.463 7	0.004	0.000 2	0.010 9	0.018 6	0.000 4	0.046 2	0.002 1	0.468 2	0.048 1
能量水平 Energy level		<0.000 1	<0.000 1	<0.000 1	<0.000 1	<0.000 1	0.000 3	<0.000 1	<0.000 1	<0.000 1	<0.000 1	<0.000 1
油脂类型×能量水平 Type×level		0.418 6	0.882 1	0.540 4	0.013 9	0.381 5	0.344 8	0.050 2	0.635 5	0.264 4	0.902 8	0.640 9

同一列数值具有不同字母上标者差异显著 ( $P<0.05$ )。下表同。

Means with different superscripts in the same column differ significantly ( $P<0.05$ ). The same as below.

从能量水平看(表 4),除 22~42 d 日采食量外,各阶段 3 个能量水平组(低、中、高)的肉仔鸡日增重、日采食量均显著高于对照组( $P<0.05$ ),料重比显著低于对照组( $P<0.05$ ),且 1~21 d 低能组肉仔鸡料重比显著高于中能组和高能组( $P<0.05$ ),表明此阶段日粮中添加油脂可以提高肉仔鸡的生产性能。

油脂类型和能量水平的互作对 22~42 d 肉仔鸡的日采食量组间有显著影响( $P<0.05$ ),总的看来鱼油各水平组的要低于牛油和豆油相应水平组。

2.2 日粮能量水平及油脂类型对 AA 肉仔鸡不同组织脂肪含量的影响

从油脂类型看(表 5),腹脂率、肝脂率、血清甘油三酯含量、血清胆固醇含量以及胸肌脂肪含量均不受脂肪种类的影响( $P>0.05$ ),鱼油组腿肌中脂

肪含量显著低于牛油组和豆油组( $P<0.05$ )。由于血液只是脂肪转运场所,并不是沉积场所,所以其中甘油三酯和胆固醇含量的多少不一定能反映机体本身脂肪的沉积情况。

从能量水平看(表 5),低、中、高能组肉仔鸡腹脂率均显著高于对照组( $P<0.05$ ),但中能组腹脂沉积最多,显著高于低和高能组( $P<0.05$ );肝脂率、胸肌脂肪含量各水平组与对照相比均有显著性差异( $P<0.05$ ),但 3 个水平间差异不显著( $P>0.05$ );其余指标各组差异不显著。

油脂类型和能量水平的互作对 42 d 肉仔鸡血清胆固醇含量组间有显著影响( $P<0.05$ ),其中牛油中能组该值最大,其余各处理组均低于对照组,鱼油高能组最低。

表 5 日粮能量水平及油脂类型对 42 日龄 AA 肉仔鸡不同组织脂肪含量的影响  
Table 5 Effects of different dietary fat and energy level on fat content in different tissues of broilers on 42 d (%)

油脂类型 Fat types	能量水平 Energy Levels	腹脂率 Abdominal fat content	肝脂率 Liver fat content	血清甘油 三酯含量 Triglyceride in serum (mmol/L)	血清胆固醇含量 Total Cholesterol in serum (mmol/L)	胸肌脂肪 含量 Fat content in breast	腿肌脂肪含量 Fat content in thigh
对照组 Control group	对照 C	1.359	7.238	0.505	3.208 <sup>a</sup>	1.681	3.697
牛油 Tallow	低 L	1.832	9.773	0.693	2.883 <sup>abc</sup>	2.424	3.769
	中 M	2.639	10.292	0.628	3.268 <sup>a</sup>	2.403	3.584
	高 H	1.910	9.152	0.522	3.032 <sup>ab</sup>	1.957	3.388
豆油 Soybean oil	低 L	1.964	9.159	0.423	3.108 <sup>ab</sup>	2.272	3.809
	中 M	2.155	9.052	0.532	2.662 <sup>bcd</sup>	2.361	4.077
	高 H	2.114	8.541	0.540	2.935 <sup>ab</sup>	2.651	5.032
鱼油 Fish oil	低 L	2.103	9.303	0.460	2.800 <sup>abc</sup>	2.091	3.420
	中 M	2.139	8.704	0.730	2.402 <sup>cd</sup>	2.100	3.010
	高 H	1.965	11.017	0.517	2.178 <sup>d</sup>	1.904	3.555
集合标准误 Pooled SE		0.172 9	1.083 0	0.080 4	0.175 6	0.248 7	0.394 8
油脂类型 Fat types	牛油 Tallow	1.935	9.114	0.587	3.098	2.116	3.610 <sup>a</sup>
	豆油 Soybean oil	1.898	8.498	0.500	2.978	2.241	4.154 <sup>a</sup>
	鱼油 Fish oil	1.891	9.066	0.553	2.647	1.944	3.421 <sup>b</sup>
集合标准误 Pooled SE		0.086 4	0.541 5	0.040 2	0.087 8	0.124 4	0.200 6
能量水平 Energy levels	对照 C	1.359 <sup>c</sup>	7.238 <sup>b</sup>	0.505	3.208	1.681 <sup>b</sup>	3.697
	低 L	1.966 <sup>b</sup>	9.412 <sup>a</sup>	0.526	2.931	2.262 <sup>a</sup>	3.666
	中 M	2.311 <sup>a</sup>	9.349 <sup>a</sup>	0.630	2.777	2.288 <sup>a</sup>	3.557
	高 H	1.996 <sup>b</sup>	9.570 <sup>a</sup>	0.526	2.715	2.171 <sup>a</sup>	3.991
集合标准误 Pooled SE		0.099 8	0.625 3	0.046 4	0.101 4	0.143 6	0.231 7
P 值 P-value							
油脂类型 Fat type		0.928 0	0.671 8	0.310 7	0.001 7	0.245 2	0.033 4
能量水平 Energy level		<0.000 1	0.032 1	0.229 6	0.005 2	0.012 7	0.590 9
油脂类型×能量水平 Type×level		0.316 8	0.755 2	0.306 5	0.037 2	0.611 4	0.329 3

2.3 日粮能量水平及油脂类型对 AA 肉仔鸡排泄物中脂肪含量的影响

由表 6 可知,油脂类型和能量水平的互作对 1~4 周龄肉仔鸡排泄物中脂肪含量组间均有显著影响( $P<0.05$ ),除第 4 周鱼油低能组外,添加油脂的各处理组排泄物中脂肪含量显著高于对照组( $P<0.05$ );从表 6 中也可以看出,同一能量水平时,牛油组排泄物中脂肪含量高于豆油组和鱼油组;且同一油脂时,该值随能量水平的增加而增加。

5~6 周无互作效应,从油脂类型看,第 5 周时,牛油组排泄物中脂肪含量显著高于鱼油组( $P<0.05$ ),但与豆油组无显著差异( $P>0.05$ );第 6 周,油脂类型对排泄物中脂肪含量无显著影响( $P>0.05$ )。

从能量水平看(表 6),各处理组肉仔鸡排泄物中脂肪含量均随能量水平的增加而增加,在后期,各处理组与对照组的差异逐渐减小,在第 5 周时差异最小。从整个饲养周期看,该值在第 5 周达到最小。

表 6 油脂类型和日粮能量及其互作对肉仔鸡不同阶段粪样中脂肪含量的影响(干物质基础)  
Table 6 Effect of oil types, dietary energy levels and interaction on fat content of excretion of broilers in different phrases (DM basis, %)

油脂类型	能量水平	第 1 周	第 2 周	第 3 周	第 4 周	第 5 周	第 6 周
Fat types	Energy levels	1 <sup>st</sup> week	2 <sup>nd</sup> week	3 <sup>rd</sup> week	4 <sup>th</sup> week	5 <sup>th</sup> week	6 <sup>th</sup> week
对照组 Control group	对照 C	3.229 <sup>s</sup>	3.215 <sup>f</sup>	2.943 <sup>e</sup>	2.678 <sup>e</sup>	2.239	3.141
	低 L	9.035 <sup>cde</sup>	7.367 <sup>c</sup>	6.124 <sup>c</sup>	8.338 <sup>b</sup>	3.385	5.883
	中 M	11.494 <sup>b</sup>	11.695 <sup>b</sup>	11.886 <sup>a</sup>	9.603 <sup>a</sup>	4.673	7.364
	高 H	16.923 <sup>a</sup>	13.169 <sup>a</sup>	9.099 <sup>b</sup>	7.348 <sup>b</sup>	4.107	7.633
牛油 Tallow	低 L	7.402 <sup>f</sup>	5.800 <sup>de</sup>	4.424 <sup>d</sup>	4.834 <sup>d</sup>	3.158	4.166
	中 M	8.309 <sup>def</sup>	4.765 <sup>e</sup>	5.535 <sup>dc</sup>	4.543 <sup>d</sup>	3.998	7.559
	高 H	10.112 <sup>bc</sup>	5.121 <sup>e</sup>	5.220 <sup>dc</sup>	6.042 <sup>c</sup>	3.385	6.374
豆油 Soybean oil	低 L	8.171 <sup>ef</sup>	5.408 <sup>de</sup>	4.551 <sup>d</sup>	3.071 <sup>e</sup>	2.324	4.576
	中 M	9.714 <sup>cd</sup>	5.752 <sup>de</sup>	5.659 <sup>cd</sup>	4.780 <sup>d</sup>	3.448	6.650
	高 H	9.238 <sup>cde</sup>	6.274 <sup>d</sup>	5.860 <sup>c</sup>	5.343 <sup>cd</sup>	3.674	6.704
鱼油 Fish oil		9.238 <sup>cde</sup>	6.274 <sup>d</sup>	5.860 <sup>c</sup>	5.343 <sup>cd</sup>	3.674	6.704
集合标准误 Pooled SE		0.517 4	0.386 0	0.461 8	0.378 7	0.323 9	0.637 7
油脂类型 Fat types	牛油 Tallow	10.170	8.861	7.513	6.991	3.601 <sup>a</sup>	5.310
	豆油 Soybean oil	7.263	4.725	4.530	4.524	3.195 <sup>ab</sup>	6.005
	鱼油 Fish oil	7.588	5.162	4.753	3.968	2.921 <sup>b</sup>	5.268
集合标准误 Pooled SE		0.258 4	0.193 1	0.230 9	0.189 3	0.161 9	0.318 9
能量水平 Energy levels	对照 C	3.229	3.215	2.943	2.678	2.239 <sup>c</sup>	3.141 <sup>c</sup>
	低 L	8.203	6.192	5.033	5.414	2.956 <sup>b</sup>	4.875 <sup>b</sup>
	中 M	9.839	7.404	7.694	6.309	4.040 <sup>a</sup>	7.191 <sup>a</sup>
	高 H	12.091	8.188	6.726	6.244	3.722 <sup>a</sup>	6.904 <sup>a</sup>
集合标准误 Pooled SE		0.298 4	0.222 9	0.266 6	0.218 6	0.187 0	0.368 2
P 值 P-value							
油脂类型 Fat type		<0.000 1	<0.000 1	<0.000 1	<0.000 1	0.015 6	0.193 7
能量水平 Energy level		<0.000 1	<0.000 1	<0.000 1	<0.000 1	<0.000 1	<0.000 1
油脂类型×能量水平 Type×level		<0.000 1	<0.000 1	<0.000 1	<0.000 1	0.360 4	0.703 0

3 讨 论

3.1 日粮能量水平及油脂类型对 AA 肉仔鸡生产性能的影响

有研究报道指出消化率随不饱和脂肪酸含量的增加而增加<sup>[3,8-10]</sup>,本试验中豆油组和鱼油组肉仔鸡料重比低于牛油组,可能是因含有较高

的多不饱和脂肪酸所致。鱼油组肉仔鸡采食量较低,可能是因鱼油较大的腥味引起的,而豆油含有与鱼油相近的代谢能,采食量却不低,因此导致了该组较高的日增重。

从能量水平看,低能组、中能组和高能组肉仔鸡的料重比低于对照组,这也与 Deaton 等<sup>[11]</sup>和 Donaldson<sup>[12]</sup>报道相一致,即随着脂肪添加量的增

加,料重比降低。

### 3.2 日粮能量水平及油脂类型对 AA 肉仔鸡不同组织脂肪含量的影响

从油脂类型看,腹脂率结果与一些研究报道的腹脂沉积不受脂肪种类的影响相一致<sup>[3-4]</sup>;但多数研究报道肉仔鸡采食含多不饱和脂肪酸多的日粮比饱和脂肪酸多的日粮腹脂沉积要少<sup>[1-2,7,13]</sup>。本试验中腹脂率结果虽未有显著差异,但也呈现出一定的趋势,即牛油组肉仔鸡脂肪沉积高于鱼油和豆油组。鱼油在减少肉仔鸡腹脂的同时降低了腿肌内脂肪含量,而鱼油中含有较多的  $\omega$ -3 多不饱和脂肪酸,腿肌中脂肪的减少意味着肉品质的降低。

从能量水平看,腹脂率结果与一些报道不一致,Villa 等<sup>[14]</sup>研究发现日粮中牛油从 20 g/kg 增加到 120 g/kg,腹脂的增加呈一定的线性关系,从本试验的结果中能组显著高于低能和高能组推测油脂添加量或日粮能量浓度与机体脂肪沉积关系函数中是否存在一个拐点,当前者达到某个值时,机体脂肪沉积达到最大,之后随着脂肪添加量或能量的增加,脂肪沉积不再增加。

### 3.3 日粮能量水平及油脂类型对 AA 肉仔鸡排泄物中脂肪含量的影响

同一能量水平,牛油组肉仔鸡排泄物中脂肪含量高于鱼油和豆油组,这是由于牛油中含有较高的饱和脂肪酸,而鱼油和豆油中含有较高多不饱和脂肪酸,说明肉仔鸡对多不饱和脂肪酸的消化率好于饱和脂肪酸,这与一些学者的研究报道相一致,尤其在雏鸡阶段这种差异更为显著<sup>[15]</sup>。随着饲养时间的延长,3 种脂肪酸在排泄物中的含量的差异逐渐减小。且在整个饲养周期,排泄物中脂肪含量随日龄增加逐渐减少,说明肉仔鸡对脂肪的消化吸收逐渐增强,但是到第 5 周时,该值最小,即肉仔鸡对 3 种脂肪的消化率均达到最大。

从能量水平看,低、中、高能量组肉仔鸡排泄物中脂肪含量与对照组相比均显著增加( $P < 0.05$ ),在饲养后期,这种差异逐渐减小,可能是肉仔鸡的消化吸收机制更加完善,摄入的脂肪更多的沉积在不同的体组织中。

## 4 结 论

① 与牛油相比,日粮中添加豆油和鱼油可以降低肉仔鸡的料重比、减少脂肪的排出,但 3 种油脂对肉仔鸡腹脂率的影响无显著差异。

② 与对照组相比,添加油脂可提高肉仔鸡的生产性能、提高腹脂率和排泄物中脂肪含量,且能量为

13.39 MJ/kg 时(中能组)肉仔鸡的日增重和日采食量最大,料重比则无显著差异。

③ 肉仔鸡脂肪的排出在饲养期的第 5 周达到最低。

### 参考文献:

- [1] Sanz M, Flores A, Perez de Ayala P, Lopez-Bote C J. Higher lipid accumulation in broilers fed on saturated fats than in those fed on unsaturated fats. *British Poultry Science*, 1999, 40: 95-101.
- [2] Crespo N, Esteve-Garcia E. Dietary fatty acid profile modifies abdominal fat deposition in broiler chickens. *Poultry Science*, 2001, 80: 71-78.
- [3] Pinchasov Y, Nir I. Effect of high fat diets on energy balance and thermogenesis in brown adipose tissue of lean and genetically obese ob/ob mice. *Poultry Science*, 1992, 71: 1504-1512.
- [4] Alao S J, Balnave D. Growth and carcass composition of broilers fed sunflower oil and olive oil. *British Poultry Science*, 1984, 25: 209-219.
- [5] Villaverde C. Chemical composition and energy content of chickens in response to different levels of dietary polyunsaturated fatty acids. *Archives of Animal Nutrition*, 2005, 59(4): 281-292.
- [6] Deaton J W. The effect of dietary energy level and broiler body weight on abdominal fat. *Poultry Science*, 1983, 62(12): 2394-2397.
- [7] Crespo N. Dietary polyunsaturated fatty acids decrease fat deposition in separable fat depots but not in the remainder carcass. *Poultry Science*, 2002, 81: 512-518.
- [8] Alao S J, Balnave D. Nutritional significance of different fat sources for growing broilers. *Poultry Science*, 1985, 64: 1602-1604.
- [9] Su W, P Jones J H. Dietary fatty acid composition influences energy accretion in rats. *Journal of Nutrition*, 1993, 123: 2109-2114.
- [10] Zollitsch W, Knaus W, Aichinger F, Lettner F. Effects of different fat sources on performance and carcass characteristics of broilers. *Animal Feed Science Technology*, 1997, 66: 63-73.
- [11] Deaton J W, Lott B D. Age and dietary energy effect on broiler abdominal fat deposition. *Poultry Science*, 1985, 64: 2161-2164.
- [12] Donaldson W E. Lipogenesis and body fat in chicks: Effects of calorie-protein ratio and dietary fat. *Poultry Science*, 1985, 64: 1199-1204.
- [13] Sanz M, Lopez-Bote C J, Menoyo D, Bautista J M. Abdominal fat deposition and fatty acid synthesis are

- lower and  $\beta$ -oxidation is higher in broiler chickens fed diets containing unsaturated rather than saturated fat. *Journal of Nutrition*, 2000, 130: 3034-3037.
- [14] Villa B, Esteve-Garcia E. Studies of acid oils and fatty acid for chickens. *British Poultry Science*, 1996, 37: 105-117.
- [15] Young R J, Garret R L. Effect of oleic and linoleic acids on the absorption of saturated fatty acids in the chick. *Journal of Nutrition*, 1963, 81: 321-329.

## Effects of Oil Types and Dietary Energy Levels on Growth Performance and Fat Deposition of Broilers

LI Juan-juan TONG Jian-ming\* DONG Xiao-fang ZHANG QI WU Ying-ying

(State Key Laboratory of Animal Nutrition, Institute of Animal Science, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193, China)

**Abstract:** The experiment was designed to explore the oil types and dietary energy levels on growth performance and fat deposition of broilers. A total of 900 one-day-old AA broilers were randomly divided into ten groups with 6 replicates and each replicate contained 15 chicks, and a  $3 \times 3$  two factor design of experiment was adopted. Diets with 3 types of fats (tallow, fish oil and soybean oil) and 3 levels of dietary energy inclusions (12.97, 13.39 and 13.81 MJ/kg) were designed in the experiment, and the group without oil was set as control group. The chicks were fed for 6 weeks. Growth performance (body weight, ADG, ADFI and F/G) was analyzed in each stage, at the same time, abdominal fat content, liver fat content, TG and TC content in serum and fat content in breast, thigh and excretion were detected. The results showed that fish oil and soybean oil could reduce F/G of broilers and F/G of group L, M, H were lower than control group ( $P < 0.05$ ). There were no differences in abdominal fat content among oil types, but broilers fed with polyunsaturated acids had less abdominal fat than saturated acids. Fish oil could decrease fat content in thigh muscle ( $P < 0.05$ ). Abdominal fat content of group L, M, H were much higher than that of control group ( $P < 0.05$ ), and the value of M was much higher than that of L and H ( $P < 0.0001$ ). Fat content in excretion of broilers fed with tallow was much higher than broilers fed with fish oil and soybean oil, and 3 levels of dietary energy groups were much higher than control group. ADFI of 22~42 d, TC in serum and fat content of excretion from the 1<sup>st</sup> week to the 4<sup>th</sup> week appeared a significant effect. The conclusion was broilers fed with fish oil and soybean oil had better FCR and lower fat content of excretion than broilers fed with tallow. The abdominal fat content of three type oils had no significant difference. Broilers fed with 13.39 MJ/kg of dietary energy level had the highest ADG and ADF. Fat content of excretion was the lowest in the 5<sup>th</sup> week, which indicated that broilers had better absorption at that time. [*Chinese Journal of Animal Nutrition*, 2008, 20(5): 501-508]

**Key words:** Oil types; Dietary energy levels; Growth performance; Fat deposition; Broilers

\* Corresponding author, professor, E-mail: tjm606@263.net