

溶血卵磷脂提高肉仔鸡对禽脂的表观消化率

张炳坤^{1*} 李海涛² 赵冬琴^{1*} 冯于明^{1**}

(1. 中国农业大学动物科技学院, 动物营养学国家重点实验室, 北京 100193; 2. 建明工业(珠海)有限公司, 珠海 519040)

摘要: 试验研究日粮中禽脂水平(30 和 24 g/kg)以及是否添加外源乳化剂溶血卵磷脂(LPC)对肉仔鸡生长性能、脂肪酸表观消化率以及日粮表观代谢能(AME)的影响。本试验选用 168 只 1 日龄 AA 肉仔鸡(公雏), 按照 2×2 因子设计, 分 4 个处理, 每个处理 7 个重复, 每个重复 6 只鸡。试验中测定生长性能、营养物质表观消化率以及日粮 AME。结果表明, 禽脂添加水平对肉仔鸡生长性能、脂肪酸表观消化率以及日粮 AME 没有显著影响($P>0.05$)。日粮中添加 LPC 提高肉仔鸡体重增重($P<0.05$)、降低料重比($P<0.05$)、提高 14~17 日龄日粮 AME($P<0.05$)。添加 LPC 有提高 14~17 日龄肉仔鸡粗脂肪表观消化率的趋势($P=0.086$)。日粮中添加外源乳化剂 LPC 提高了 C18:0 脂肪酸的表观消化率($P<0.05$), 对其他脂肪酸、粗蛋白质以及粗脂肪表观消化率没有显著影响($P>0.05$)。这些结果表明, 在含禽脂的日粮中添加 500 mg/kg LPC 能改善肉仔鸡生长性能; LPC 改善肉仔鸡生长性能的作用是通过提高脂肪表观消化率实现的。

关键词: 禽脂; 溶血卵磷脂; 生长性能; 脂肪酸; 肉仔鸡

中图分类号: S831.5

文献标识码: A

文章编号: 1006-267X(2010)03-0662-08

脂肪作为重要的高能量饲料原料, 经常添加于肉鸡日粮中以提高日粮能量起到改善生长的作用^[1]。而幼禽对动物油脂的利用率一般比较低, 主要是由于幼禽不具备完全乳化日粮中动物脂肪的能力, 导致脂肪微粒形成有限, 从而影响消化^[2]。没消化的油脂在肠道中易与一些矿物质形成难溶性物质, 扰乱这些物质的吸收, 比如降低 Ca 的吸收, 并常伴随有腿病的出现。这些问题的存在影响了动物油脂在家禽日粮中的应用。因而找到合适的促进脂肪消化的营养调控技术成了目前动物营养学家研究的重要内容。众所周知, 脂肪必须经过乳化才能使不溶于水的脂类在水介质中被脂肪酶水解。具有乳化作用的胆汁酸分泌不足是幼禽(特别是小于 3 周龄的幼禽)不能有效利用动物油脂的主要原因。日粮中添加外源乳化剂可能会促进脂肪微粒形成。在家禽上的研究发现日粮中添加胆酸盐改善了脂肪的乳化效果, 可促进脂肪消化^[3-4]。目前家禽营养领域研究最多的外源乳化剂主要是卵磷脂(lecithin), 但有限的几篇报道结果并不完全一致。一部分研究者认为添加卵磷脂能提高肉仔鸡生长性能^[5-6]; 但也有

研究发现卵磷脂不影响肉仔鸡生长^[7]以及脂肪的利用^[1]。另外, 有研究发现卵磷脂可能抑制动物胃排空, 特别是在高剂量添加的条件下还存在一定的副作用, 比如呕吐、胃胀、腹泻等^[8]。

因此有必要寻找一种高效、安全的外源乳化剂。溶血卵磷脂(lysophosphatidylcholine, LPC)是普通磷脂酶处理的产物, 体外试验表明其临界乳糜微粒浓度非常低(0.02~0.20 mmol/L), 在生理环境下具有极强的乳化能力, 可能具有更强的亲水性和表面活性。研究发现 LPC 能显著提高人结肠癌细胞 Caco-2 对 β -胡萝卜素和叶黄素的吸收^[9]。因此在日粮中添加 LPC 可能会改善肉仔鸡对脂肪的消化利用。本试验主要研究在含有禽脂的日粮中添加乳化剂 LPC 对肉仔鸡生长性能以及日粮能量和脂肪等养分表观消化率的影响效果。

1 材料与方法

1.1 试验动物与日粮组成

本试验选用 1 日龄 AA 肉仔鸡 168 只(公雏), 按照 2×2 因子设计, 分 4 个处理, 每个处理 7 个重

收稿日期: 2009-09-24

基金项目: 国家现代农业产业技术体系

作者简介: 张炳坤(1979-), 男, 湖南宁乡人, 博士, 主要研究方向为家禽营养。E-mail: bingkunzhang@126.com

* 同等贡献作者

** 通讯作者: 冯于明, 教授, 博士生导师, E-mail: guoyum@cau.edu.cn

复,每个重复 6 只鸡。主效应为 LPC 添加水平(0 和 500 mg/kg)以及不同的禽脂添加量(30 和 24 g/kg)。其中,LPC 以外源乳化剂利舒宝 L(建明工业有限公司生产)形式添加,乳化剂替代麦饭石添加。4 个处理分别为:3.0%禽脂添加量;2.4%禽脂添加量;3.0%禽脂添加量 + 500 mg/kg 利舒宝 L;2.4%禽脂添加量 + 500 mg/kg 利舒宝 L。日粮配

方参照我国肉用仔鸡营养需要(NY/T 33—2004)配制,日粮组成及营养水平见表 1。试验采用笼养,各处理试验鸡自由采食和饮水。按常规免疫程序免疫。试验期 42 d。分别在 1、21 和 42 日龄以重复为单位进行称重,并统计采食量,计算体增重、采食量以及料重比。

表 1 试验日粮组成及营养水平(风干基础)

Table 1 Composition and nutrient levels of experimental diets

(air-dry basis, %)

项目 Items	1~21 日龄 (1~21)-day-old				22~42 日龄 (22~42)-day-old			
	处理 1	处理 2	处理 3	处理 4	处理 1	处理 2	处理 3	处理 4
	Treatment 1	Treatment 2	Treatment 3	Treatment 4	Treatment 1	Treatment 2	Treatment 3	Treatment 4
	1	2	3	4	1	2	3	4
玉米 Corn	55.08	55.08	55.08	55.08	59.10	59.10	59.10	59.10
大豆粕 Soybean meal	33.91	33.91	33.91	33.91	26.92	26.92	26.92	26.92
棉籽粕 Cottonseed meal	4.00	4.00	4.00	4.00	6.00	6.00	6.00	6.00
禽油 Poultry oil	3.00	2.40	3.00	2.40	4.00	3.40	4.00	3.40
磷酸氢钙 CaHPO ₄	1.57	1.57	1.57	1.57	1.15	1.15	1.15	1.15
石粉 Limestone	1.40	1.40	1.40	1.40	1.74	1.74	1.74	1.74
食盐 NaCl	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34
预混料 Premix ¹⁾	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22
氯化胆碱 Choline chloride	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
金霉素 Aureomycin (15%)	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
蛋氨酸 Met	0.11	0.11	0.11	0.11	0.16	0.16	0.16	0.16
赖氨酸 Lys	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
抗氧化剂 Antioxidant	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
沸石粉 Zeolite	0.05	0.65	—	0.60	0.05	0.65	—	0.60
利舒宝 Lysoforte	—	—	0.05	0.05	—	—	0.05	0.05
合计 Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
营养水平 Nutrient levels								
总能 GE (MJ/kg) ²⁾	17.41	17.05	17.44	17.08	17.44	17.17	17.47	17.22
代谢能 ME (MJ/kg)	12.08	12.08	12.08	12.08	12.54	12.54	12.54	12.54
粗蛋白质 CP	21.00	21.00	21.00	21.00	19.00	19.00	19.00	19.00
钙 Ca	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
有效磷 AP	0.40	0.40	0.40	0.40	0.35	0.35	0.35	0.35
赖氨酸 Lys	1.10	1.10	1.10	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00
蛋氨酸 Met	0.42	0.42	0.42	0.42	0.40	0.40	0.40	0.40

¹⁾ 预混料为每千克日粮提供 Premix provided following per kg of diet: Cu 8 mg; Zn 75 mg; Fe 80 mg; Mn 100 mg; Se 0.15 mg; I 0.35; VA 12 500 IU; VD₃ 2 500 IU; VK₃ 2.65 mg; VB₁ 2 mg; VB₂ 6 mg; VB₁₂ 0.025 mg; VE 30 IU; 生物素 biotin 0.0325 mg; 叶酸 folic acid 1.25 mg; 泛酸 pantothenic acid 12 mg; 烟酸 niacin 50 mg。

²⁾ 实测值 Analyzed values。

1.2 肉仔鸡代谢试验

试验分别从 14 以及 35 日龄开始采用全收粪法收集 3 d 的粪便进行 2 次代谢试验。代谢试验开始前禁食 16 h,然后鸡自由采食并开始以重复为单位

进行收粪并计算 3 d 的粪总重和饲料消耗量。代谢试验结束前 16 h 停止供料并回收饲槽剩料。所有收集的粪便除去饲料、羽毛和皮屑后取样保存于 -20 ℃ 冰箱中,准确收集 72 h。粪样在 -56 ℃、

0.133~0.450 hPa 条件下冻干,粉碎通过 0.5 mm 筛、装袋、4 °C 保存待测。

1.3 指标测定

参照 Sukhija 等^[10]方法用气相色谱测定排泄物和日粮脂肪酸含量,大致步骤为:用带螺旋盖孵育管取冻干样 0.5~1.0 g(含粗脂肪 10~50 mg),加入正己烷 5 mL(含 1 mg/mL C19:0 标样,Fluka 74208),摇匀,然后缓缓加入 3 mL 甲酯化试剂(氯乙酰:甲醇按 1:10 的体积比混合)拧紧瓶盖,摇匀 30 s,放入 80 °C 水浴锅水浴 2 h,加入 5 mL 6% K₂CO₃ 用力摇 30 s,2 000 r/min 离心 10 min,取上清液用于上机检测脂肪酸。同时测定日粮和粪便总能、粗蛋白质、粗脂肪和干物质含量(AOAC,1995),计算日粮脂肪表观消化率、粗蛋白质存留率和干物质代谢率以及表观代谢能(AME)。

1.4 统计分析

数据以平均值 ± 标准差表示,采用 SPSS 10.0

软件 GLM 中的多因素方差分析各因素的主效应以及其相互效应,主效应为利舒宝 L 添加水平(0 和 500 mg/kg)以及不同的禽脂添加量(30 和 24 g/kg)。P<0.05 时,差异显著。

2 结果

2.1 生长性能

从表 2 可以看到,添加 LPC 显著影响肉仔鸡生长性能各项指标(P<0.05),在含禽脂的日粮中添加 LPC 显著提高 1~21 日龄和 1~42 日龄肉仔鸡体增重和改善饲料转化效率(P<0.05)。油脂剂量的对肉仔鸡生长性能的影响没有达到显著水平(P>0.05)。LPC 与油脂剂量对 1~21 日龄采食量和耗料增重比存在显著的互作效应(P<0.05),高剂量油脂条件下添加 LPC 更有效。

表 2 溶血卵磷脂和油脂剂量对肉仔鸡生长性能的影响

Table 2 Effects of LPC and levels of fat on growth performance of broiler chickens

溶血卵磷脂 LPC	油脂剂量 Levels of fat (g/kg)	1~21 日龄 (1~21)-day-old			1~42 日龄 (1~42)-day-old		
		体增重	采食量	料重比	体增重	采食量	料重比
		Body weight gain (g)	Feed intake (g)	F/G	Body weight gain (g)	Feed intake (g)	F/G
-	30	543 ± 7	824 ± 15 ^b	1.52 ± 0.02 ^b	1 691 ± 20	3 177 ± 50	1.88 ± 0.04
	24	536 ± 6	859 ± 13 ^{ab}	1.60 ± 0.04 ^a	1 690 ± 13	3 228 ± 36	1.91 ± 0.02
+	30	614 ± 13	892 ± 4 ^a	1.46 ± 0.04 ^{bc}	1 758 ± 28	3 207 ± 98	1.83 ± 0.06
	24	610 ± 14	858 ± 16 ^{ab}	1.41 ± 0.02 ^c	1 734 ± 20	3 060 ± 99	1.77 ± 0.06
主效应 Main effects							
溶血卵磷脂	-	539	841	1.56	1 690	3 202	1.90
LPC	+	612	875	1.43	1 746	3 134	1.80
油脂剂量	30	579	858	1.49	1 725	3 192	1.85
Levels of fat (g/kg)	24	573	858	1.51	1 712	3 144	1.84
P 值 P-value							
油脂剂量 Levels of fat		NS	NS	NS	NS	NS	NS
溶血卵磷脂 LPC		<0.001	0.015	<0.001	0.014	NS	0.043
溶血卵磷脂 × 油脂剂量 LPC × levels of fat		NS	0.014	0.024	NS	NS	NS

同列肩标相同小写字母表示差异不显著(P>0.05),标有不同小写字母表示差异显著(P<0.05)。下表同。

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

- 表示不添加 LPC; + 表示添加 500 mg/kg LPC。下表同。- represents without LPC supplementation; + represents supplemented with 500 mg/kg diet of LPC. The same as below.

NS = 差异不显著(P>0.10)。下表同。NS = difference was not significant (P>0.10). The same as below.

2.2 AME

LPC 和油脂剂量对 14~17 日龄肉仔鸡日粮 AME 的影响见表 3。由表 3 可知,日粮中添加 LPC 能提高 14~17 日龄肉仔鸡日粮 AME ($P < 0.05$); 油脂剂量以及油脂剂量与利舒宝的相互作用对 14~17 日龄肉仔鸡日粮 AME 的影响没有达到显著水平 ($P > 0.05$)。

从表 4 可知,日粮中添加 LPC 有提高 35~38 日龄肉仔鸡日粮 AME 的趋势 ($P = 0.094$); 油脂剂量以及油脂剂量与 LPC 的相互作用对 35~38 日龄肉仔鸡日粮 AME 的影响没有达到显著水平 ($P > 0.05$)。

2.3 粗蛋白质存留率、粗脂肪表观消化率和干物质代谢率

LPC 对 14~17 日龄肉仔鸡粗蛋白质存留率、粗脂肪表观消化率和干物质代谢率的影响见表 3。由表 3 可知,日粮中添加 LPC 有提高 14~17 日龄肉仔鸡粗脂肪表观消化率的趋势 ($P = 0.086$)。日粮油脂剂量以及 LPC 对 14~17 日龄肉仔鸡粗蛋白质存留率和干物质代谢率的影响均没有达到显著水平 ($P > 0.05$)。

从表 4 可知,日粮油脂剂量以及 LPC 对 35~38 日龄肉仔鸡粗蛋白质存留率、粗脂肪表观消化率和干物质代谢率的影响均没有达到显著水平 ($P > 0.05$)。

表 3 溶血卵磷脂和油脂剂量对 14~17 日龄表观代谢能以及粗蛋白质存留率、粗脂肪表观消化率和干物质代谢率的影响
Table 3 Effects of LPC and levels of fat on retention rate of CP, apparent digestibility of EE, and metabolic rate of DM and AME of broiler chickens at the age of 14~17 d (%)

溶血卵磷脂 LPC	油脂剂量 Levels of fat (g/kg)	表观代谢能 AME (MJ/kg)	粗蛋白质存留率 Retention rate of CP	粗脂肪表观消化率 Apparent digestibility of EE	干物质代谢率 Metabolic rate of DM
-	30	12.28 ± 0.11	71.61 ± 1.21	50.20 ± 3.04	70.56 ± 0.95
	24	12.10 ± 0.11	69.88 ± 1.38	50.58 ± 3.13	70.40 ± 0.94
+	30	12.70 ± 0.12	70.77 ± 1.72	54.49 ± 2.53	70.87 ± 2.59
	24	12.63 ± 0.16	74.80 ± 1.81	56.06 ± 2.04	70.96 ± 1.06
主效应 Main effects					
溶血卵磷脂	-	12.19	70.75	50.39	70.48
LPC	+	12.66	72.79	55.27	70.91
油脂剂量	30	12.49	71.19	52.35	70.71
Levels of fat (g/kg)	24	12.36	72.34	53.32	70.68
P 值 P-value					
油脂剂量 Levels of fat		NS	NS	NS	NS
溶血卵磷脂 LPC		0.001	NS	0.086	NS
溶血卵磷脂 × 油脂剂量 LPC × levels of fat		NS	0.076	NS	NS

2.4 脂肪酸表观消化率

从表 5 可知,日粮中添加 LPC 显著提高 14~17 日龄肉仔鸡 C18:0 的表观消化率 ($P < 0.05$), 对 C16:0 表观消化率具有提高的趋势 ($P = 0.095$)。LPC 对 14~17 日龄肉仔鸡其他脂肪酸表观消化率的影响没达到显著水平 ($P > 0.05$)。从表 6 可以看出,添加 LPC 显著提高肉仔鸡 35~38 日龄的 C16:0 和 C18:3n3 表观消化率 ($P < 0.05$), 对 35~38 日龄肉仔鸡其他脂肪酸表观消化率的影响没达到显著水平 ($P > 0.05$)。日粮油脂剂量以及油脂剂量与 LPC 的相互作用对肉仔鸡日粮脂肪酸表观消化率的影响均没有达到显著水平 ($P > 0.05$)。

3 讨论

油脂剂量不影响肉仔鸡生长性能,这个结果与 Wongsuthavas 等^[11]相似,他们认为油脂添加水平由 3% 提高到 6% 不影响肉仔鸡体增重和采食量。Al-Athari 等^[12]也报道肉鸡生长性能不受油脂剂量 (4% 和 6% 油脂) 的影响。而 Alao 等^[13]发现日粮中油脂添加量从 30 g/kg 提高到 90 g/kg 提高了肉仔鸡生长速度,改善饲料转化效率。导致这些结果差异的原因可能来源于油脂添加剂量的高低,日粮油脂剂量改变幅度较大时可能会影响肉鸡生长性能。本次试验中,油脂添加剂量的 2 个水平分别为 30 和

24 g/kg,可能是因为这么小的幅度可能对肉鸡生长性能的改变大不到显著水平。

表4 溶血卵磷脂和油脂剂量对35~38日龄表现代谢能以及粗蛋白质存留率、粗脂肪表观消化率、干物质代谢率的影响
Table 4 Effects of LPC and levels of fat on retention rate of CP, apparent digestibility of EE, and metabolic rate of DM and AME of broiler chickens at the age of 35~38 d (%)

溶血卵磷脂 LPC	油脂剂量 Levels of fat (g/kg)	表现代谢能 AME (MJ/kg)	粗蛋白质存留率 Retention rate of CP	粗脂肪表观消化率 Apparent digestibility of EE	干物质代谢率 Metabolic rate of DM
-	30	12.68 ± 0.17	70.52 ± 3.38	60.71 ± 3.68	73.41 ± 1.32
	24	12.45 ± 0.11	70.93 ± 2.24	59.98 ± 3.79	72.15 ± 1.06
+	30	13.05 ± 0.19	71.11 ± 2.54	64.34 ± 4.80	73.72 ± 0.88
	24	12.71 ± 0.23	72.68 ± 3.53	64.91 ± 4.16	74.44 ± 1.78
主效应 Main effects					
溶血卵磷脂	-	12.57	70.72	60.34	72.78
LPC	+	12.88	71.89	64.63	74.08
油脂剂量	30	12.87	70.81	62.52	73.56
Levels of fat (g/kg)	24	12.58	71.81	62.44	73.29
P值 P-value					
油脂剂量 Levels of fat		NS	NS	NS	NS
溶血卵磷脂 LPC		0.094	NS	NS	NS
溶血卵磷脂×油脂剂量 LPC×levels of fat		NS	NS	NS	NS

表5 溶血卵磷脂和油脂剂量对14~17日龄肉仔鸡脂肪酸表观消化率的影响
Table 5 Effects of LPC and levels of fat on fatty acid apparent digestibility of broiler chickens at the age of 14~17 d (%)

溶血卵磷脂 LPC	油脂剂量 Levels of fat (g/kg)	脂肪酸表观消化率 (%)						
		C16 : 0	C16 : 1n7	C18 : 0	C18 : 1n9	C18 : 1n7	C18 : 2	C18 : 3n3
-	30	53.86 ± 6.77	80.83 ± 3.33	41.52 ± 2.75	73.45 ± 2.18	66.79 ± 2.45	73.08 ± 1.35	77.64 ± 3.98
	24	61.77 ± 3.58	84.31 ± 2.80	44.49 ± 5.16	76.52 ± 3.01	69.03 ± 3.66	74.44 ± 2.60	80.94 ± 2.04
+	30	68.39 ± 4.68	86.71 ± 1.72	58.58 ± 4.71	78.62 ± 2.50	72.10 ± 4.20	77.64 ± 2.10	84.04 ± 1.74
	24	64.36 ± 3.85	83.95 ± 2.75	56.78 ± 5.10	76.69 ± 4.37	67.49 ± 5.04	72.70 ± 4.05	79.78 ± 3.13
主效应 Main effects								
溶血卵磷脂	-	57.81	82.57	43.01	74.99	67.91	73.76	79.29
LPC	+	66.38	85.33	57.68	77.66	69.80	75.17	81.91
油脂剂量	30	61.12	83.77	50.05	76.04	69.45	75.36	80.84
Levels of fat (g/kg)	24	63.07	84.13	50.63	76.61	68.26	73.57	80.36
P值 P-value								
油脂剂量 Levels of fat		NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
溶血卵磷脂 LPC		0.095	NS	0.004	NS	NS	NS	NS
溶血卵磷脂×油脂剂量 LPC×levels of fat		NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

表 6 溶血卵磷脂和油脂剂量对 35~38 日龄肉仔鸡脂肪酸表观消化率的影响
Table 6 Effects of LPC and levels of fat on fatty acid apparent digestibility of broiler chickens at the age of 35~38 d

(%)

溶血卵磷脂 LPC	油脂剂量	C16 : 0	C16 : 1n7	C18 : 0	C18 : 1n9	C18 : 1n7	C18 : 2	C18 : 3n3
	Levels of fat (g/kg)							
-	30	66.24	84.88	53.76	76.71	72.47	72.81	76.51
		± 2.83	± 0.68	± 4.56	± 1.87	± 1.98	± 2.00	± 3.33
	24	54.90	84.51	48.82	71.61	65.03	63.64	73.89
		± 2.85	± 3.36	± 6.44	± 3.48	± 4.47	± 4.41	± 3.50
+	30	68.31	87.19	57.92	77.46	73.21	74.92	81.05
		± 4.15	± 1.99	± 5.17	± 3.10	± 3.62	± 3.50	± 2.77
	24	69.58	85.98	56.35	75.60	73.60	73.47	82.05
		± 2.54	± 2.29	± 3.60	± 3.77	± 2.62	± 3.37	± 2.35
主效应 Main effects								
溶血卵磷脂	-	60.57	84.70	51.29	74.16	68.75	68.23	75.20
LPC	+	68.95	86.58	57.13	76.53	73.41	74.20	81.55
油脂剂量	30	67.28	86.03	55.84	77.08	72.84	73.87	78.78
Levels of fat (g/kg)	24	62.24	85.25	52.58	73.61	69.32	68.56	77.97
P 值 P-value								
油脂剂量 Levels of fat		NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
溶血卵磷脂 LPC		0.015	NS	NS	NS	NS	0.097	0.049
溶血卵磷脂×油脂剂量 LPC×levels of fat		0.059	NS	NS	NS	NS	NS	NS

众所周知,油脂的可消化性由油脂类型和其脂肪酸组成所决定^[14-16]。肉仔鸡消化含不饱和脂肪酸较多的植物油的能力要高于含饱和脂肪酸较多的动物油脂^[2,17-18]。在肉仔鸡日粮中使用动物油脂除了其利用率低外,还会带来一些负面影响。研究者主要从提高脂肪的乳化能力和利用率 2 个方面来提高肉鸡对动物脂肪消化能力。家禽对动物油脂消化率低不完全是由于机体胰脂肪酶分泌不足^[19-20]。多不饱和脂肪酸具有较高的乳化能力,通常比饱和脂肪酸更容易形成微团^[3]。动物油脂主要有饱和脂肪酸组成,而植物油含有较多的多不饱和脂肪酸,因此动物油脂的利用率要明显低于植物油^[2]。长链饱和脂肪酸能否有效乳化主要依赖于是否有足够的乳化剂存在^[21]。然而,小于 3 周龄的肉仔鸡不能分泌足够的胆酸等内源乳化剂,从而限制了其对动物油脂的利用^[22]。基于这些原因,我们假设外源添加乳化剂会促进脂肪微团的形成,从而提高脂肪消化。在幼禽日粮中添加乳化剂,一方面可以乳化日粮中的脂肪,另一方面可以弥补幼畜禽体内胆汁酸分泌不足的缺点,增加营养物质与消化酶的接触面积,从而有效改善动物对脂类的吸收利用。本试验表明,在含禽脂的日粮中添加 LPC 显著提高肉仔鸡体重和

改善饲料转化效率。目前关于 LPC 对肉仔鸡影响的报道非常罕见。有限的几篇关于外源乳化剂卵磷脂报道结果并不完全一致。可能是由于各个试验所采用的日粮以及油脂类型不一所致。乳化剂卵磷脂发挥作用的效果可能与油脂类型有关。另外,有研究发现卵磷脂可能具有一定的副作用,特别是在高剂量添加的条件下^[8],而这些报道中卵磷脂添加剂量都较高。LPC 具有极强的乳化能力,很小的添加剂量就能起到较好的乳化效果,不会出现卵磷脂一样的副作用,是一种高效、安全的外源乳化剂。本次试验发现 LPC 显著提高 14~17 日龄肉仔鸡 C18 : 0 的表观消化率,有提高粗脂肪表观消化率的趋势($P = 0.086$),从而提高 14~17 日龄肉仔鸡日粮 AME。这个结果与 Huang 等^[6]一致,他们发现大豆卵磷脂改善了肉仔鸡粗脂肪的利用,对干物质和粗蛋白质利用无显著影响。Polin 等^[3]和 Kussaibati 等^[4]得到了相似的结果,他们发现在含牛油日粮中添加外源性胆酸盐改善了肉鸡消化动物油脂的能力。

营养物质表观消化率的结果表明,LPC 改善肉仔鸡生长性能的作用是通过提高脂肪表观消化率实现的,而与干物质和粗蛋白质无关。

4 结 论

在含禽脂的日粮中添加 500 mg/kg LPC 能提高肉仔鸡体增重,改善肉仔鸡饲料转化效率;LPC 改善肉仔鸡生长性能的作用是通过提高脂肪表观消化率实现的。

参考文献:

- [1] Blanch A, Barroeta A C, Baucells M D, et al. Utilization of different fats and oils by adult chickens as a source of energy, lipid and fatty acids[J]. *Animal Feed Science and Technology*, 1996, 61: 335-342.
- [2] Leeson S, Atteh J O. Utilization of fats and fatty acids by turkey poult[J]. *Poultry Science*, 1995, 74: 2 003-2 010.
- [3] Polin D, Wing T, Ki P. The effect of bile acids and lipase on absorption of tallow in young chicks[J]. *Poultry Science*, 1980, 59: 2 738-2 743.
- [4] Kussaibati R, Guillaume J, Leclercq B. The effects of age, dietary fat and bile salts, and feeding rate on apparent and true metabolisable energy values in chickens[J]. *British Poultry Science*, 1982, 23: 393-403.
- [5] Emmert J L, Garrow T A, Baker D H. Development of an experimental diet for determining bioavailable choline concentration and its application in studies with soybean lecithin[J]. *Journal of Animal Science*, 1996, 74: 2 738-2 744.
- [6] Huang J, Yang D, Wang T. Effects of replacing soy-oil with soy-lecithin on growth performance, nutrient utilization and serum parameters of broilers fed corn-based diets[J]. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 2007, 20: 1 880-1 886.
- [7] Azman M A, Ciftci M. Effects of replacing dietary fat with lecithin on broiler chicken zootechnical performance [J]. *Revue de Médecine Vétérinaire*, 2004, 155: 445-448.
- [8] Nishimukai M, Hara H, Aoyama Y. The addition of soybean phosphatidylcholine to triglyceride increases suppressive effects on food intake and gastric emptying in rat [J]. *Journal of Nutrition*, 2003, 133: 1 255-1 258.
- [9] Sugawara T, Kushiro M, Zhang H, et al. Lysophosphatidylcholine enhances carotenoid uptake from mixed micelles by Caco-2 human intestinal cells[J]. *Journal of Nutrition*, 2001, 131: 2 921-2 927.
- [10] Sukhija P S, Palmquist D L. Rapid method for determination of total fatty acid content and composition of the feedstuffs and feces[J]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 1988, 36: 1 202-1 206.
- [11] Wongsuthavas S, Terapuntuwat S, Wongsrikeaw W, et al. Influence of amount and type of dietary fat on deposition, adipocyte count and iodine number of abdominal fat in broiler chickens[J]. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 2008, 92: 92-98.
- [12] Al-Athari A K, Guenter W. The effect of fat level and type on the utilization of triticale (cultivar Carman) by broiler chicks[J]. *Animal Feed Science and Technology*, 1989, 22: 273-284.
- [13] Alao S J, Balnave D. Nutritional significance of different fat sources for growing broilers[J]. *Poultry Science*, 1985, 64: 1 602-1 604.
- [14] Wiseman J. Assessment of the digestible and metabolizable energy of fats for non-ruminants[M]. In: Wiseman J, ed. *Fats in Animal Nutrition*. London: Butterworths, 1984.
- [15] Ketels E, De Groote G. Effect of ratio of unsaturated to saturated fatty acids of the dietary lipid fraction on utilization and metabolizable energy of added fats in young chicks[J]. *Poultry Science*, 1989, 68: 1 506-1 512.
- [16] Dänicke S, Jeroch H, Bottcher W, et al. Interactions between dietary fat type and enzyme supplementation in broiler diets with high pentosan contents: effects on precaecal and total tract digestibility of fatty acids, metabolizability of gross energy, digesta viscosity and weights of small intestine[J]. *Animal Feed Science and Technology*, 2000, 84: 279-294.
- [17] Wiseman J, Salvador F, Craigon J. Prediction of the apparent metabolizable energy content of fats fed to broiler chickens [J]. *Poultry Science*, 1991, 70: 1 527-1 533.
- [18] Smits C H M, Moughan P J, Beynen A C. The inhibitory effect of a highly viscous carboxymethylcellulose on dietary fat digestibility in the growing chicken is dependent on the type of fat[J]. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 2000, 83: 231-238.
- [19] Sklan D. Development of the digestive tract of poultry[J]. *World's Poultry Science Journal*, 2001, 57: 415-428.
- [20] Meng X, Slominski B A, Guenter W. The effect of fat type, carbohydrase, and lipase addition on growth performance and nutrient utilization of young broilers fed wheat-based diets[J]. *Poultry Science*, 2004, 83: 1 718-1 727.

[21] Dänicke S. Interaction between cereal identity and fat quality and content in response to feed enzymes in broilers[M]. In: Bedford M R, Partridge G G, eds. *Enzymes in Farm Animal Nutrition*. Walling-

ford, UK: CABI Publishing, 2001.

[22] Krogdahl A. Digestion and absorption of lipids in poultry[J]. *Journal of Nutrition*, 1985, 115: 675-685.

Lysophosphatidylcholine Increased Apparent Digestibility of Poultry Fat in Broiler Chicken Diet

ZHANG Bingkun^{1*} LI Haitao² ZHAO Dongqin^{1*} GUO Yuming^{1**}

(1. *State Key Laboratory of Animal Nutrition, College of Animal Science and Technology, China Agricultural University, Beijing 100193;*
2. *Kemin Industries (Zhuhai) Co., Ltd., Zhuhai 519040, China*)

Abstract: The experiment was conducted to study the effects of poultry fat levels (30 or 24 g/kg) and diets with or without exogenous emulsifier lysophosphatidylcholine (LPC) supplementation on performance, fatty acid apparent digestibility, and apparent metabolizable energy (AME) content in broiler chickens. One hundred and sixty-eight Arbor Acres broiler chickens (male) with one-day-old were randomly divided into 4 treatments (7 replicates per treatment and 6 broiler chickens per replicate) according to 2×2 factorial design. Growth performance, nutrient apparent digestibility and AME were determined. The results showed that levels of fat addition had no significant effects on performance, fatty acid apparent digestibility and AME in broiler chickens ($P>0.05$). The addition of LPC significantly increased body weight gain ($P<0.05$) of broiler chickens and AME ($P<0.05$) of the diets at the age of 14~17 d, and significantly reduced F/G ($P<0.05$). There was an increasing tendency of ether extract by addition of LPC at the age of 14~17 d ($P=0.086$). The addition of LPC significantly increased apparent digestibility of C18:0 fatty acid at the age of 14~17 d ($P<0.05$), but had no significant effect on the apparent digestibility of other fatty acids and crude protein and dry matter under the conditions tested ($P>0.05$). These data indicated that addition of 500 mg/kg LPC in diets containing poultry fat improved broiler performance; the effect of LPC on broiler performance was due to the enhancement of fatty acid apparent digestibility. [*Chinese Journal of Animal Nutrition*, 2010, 22(3):662-669]

Key words: Poultry fat; Lysophosphatidylcholine; Growth performance; Fatty acids; Broiler chickens

* Contribute equally

** Corresponding author, professor, E-mail: guoyum@cau.edu.cn