

# 日粮不同蛋能比对黄羽黄鸡脂肪沉积和肠道酶活性影响

王远孝<sup>1</sup>, 卢永胜<sup>1</sup>, 张莉莉<sup>1</sup>, 王恬<sup>1\*</sup>  
(南京农业大学动物科技学院, 江苏南京 210095)

**摘要:**为研究不同蛋能比日粮对黄羽黄鸡脂肪沉积和肠道消化酶活性的影响,进行了2个试验。试验一(1~25 d)选用1 d改良型岭南黄鸡2 000羽,随机分成4组,分别饲喂蛋能比(CMR)为15.63、16.13、16.50 g/MJ和16.95 g/MJ的日粮,每组5个重复,公、母混养;试验二(46~65 d)选用46 d黄鸡1 920羽,随机分成4组,每组8个重复(公、母各4个),日粮CMR分别为12.94、13.81、13.43 g/MJ和13.61 g/MJ。结果表明:25 d时,各CMR水平对黄鸡皮脂厚度、胸肌和腿肌肌内脂肪含量无影响( $P > 0.05$ );65 d时黄鸡腹脂重和腹脂率各组差异不显著( $P > 0.05$ ),皮脂厚度第Ⅰ组比第Ⅳ组高84.73%( $P < 0.05$ ),母鸡腿肌肌内脂肪含量第Ⅰ组比第Ⅳ组高93.49%( $P < 0.05$ )。25 d时黄鸡血清胆固醇和血糖水平无显著性差异( $P > 0.05$ ),甘油三酯水平Ⅱ组显著降低( $P < 0.05$ );65 d时公鸡血清胆固醇水平第Ⅱ组比第Ⅰ组高30.0%( $P < 0.05$ ),母鸡各组间无显著性差异( $P > 0.05$ )。25 d时黄鸡小肠食糜内淀粉酶、胰蛋白酶和脂肪酶活性各组无显著性差异( $P > 0.05$ );65 d时,母鸡3种酶活差异不显著( $P > 0.05$ ),公鸡脂肪酶活性第Ⅰ组显著提高( $P < 0.05$ )。综合分析各试验结果,黄鸡日粮中适宜蛋能比水平前期为16.13 g/MJ;后期母鸡为13.43 g/MJ,公鸡为12.94 g/MJ。

**关键词:**蛋能比;肌内脂肪;肠道酶活;黄羽黄鸡

**中图分类号:** S831.5

**文献标识码:** A

**文章编号:** 0258-7033(2010)05-0034-05

蛋能比(CMR)是日粮粗蛋白与代谢能的比值,是保证其他营养物质供给量的基础<sup>[1]</sup>。黄羽黄鸡由中国优良地方品种改良培育而成,以肉质鲜美著称。近几年,我国黄鸡饲养业发展迅猛,其市场占有率逐年攀升。目前已有很多学者对黄羽黄鸡的营养需要进行过研究,但随着现代育种技术的发展和运用,黄鸡的生长速度和体型较以前有较大改进,其营养需要量和饲养阶段的划分也发生深刻变化。

伴随黄鸡生长速度的提高,带来了体脂和腹脂沉积的问题,腹脂、皮脂和肌内脂肪是肉鸡体内重要的脂肪沉积部位,与肉鸡胴体品质和肉质特性密切相关,鸡的体脂沉积过多,不但影响了饲料转化率,而且还影响胴体的商业价值,而肌内脂肪过高或过低,都将影响肉质的风味。除遗传因素外,肉鸡日粮营养水平是调控腹脂和肌内脂肪含量的最主要方式。日粮不同CMR所供给黄鸡的营养水平不同,可改变消化道的内环境,对肠道消化酶活性产生一定

影响,进而影响养分的利用率,并对脂肪代谢和脂肪沉积产生影响,从而改变肉鸡的胴体品质和肉质特性。目前对黄鸡CMR的研究主要集中在生产性能和屠宰性能方面,而关于对黄羽黄鸡脂肪沉积和肠道消化酶活性的研究较少。本研究的目的是为确定不同CMR对黄鸡脂肪沉积、血脂和肠道酶活的影响,从而为生产出低脂肪、肉质优良的黄鸡从生理生化水平制定黄鸡日粮中适宜的CMR水平提供试验依据。

## 1 材料与方法

**1.1 试验动物** 本试验选用改良型岭南黄鸡(快速型,以下简称“黄鸡”),试验于2007年11月—2008年2月在江苏省某家禽公司试验场进行,并由其种鸡场提供试验鸡。

**1.2 试验日粮** 本黄鸡分3阶段饲养,前期(1~25 d)、中期(26~45 d)、后期公鸡(45~6 d)和后期母鸡(45~75 d),分别于饲养前期和后期进行。试验一选用1 d黄鸡2 000羽,随机分成4组,每组5个重复,每个重复100只鸡;试验二选用46 d的黄鸡1 920羽,

收稿日期:2008-12-15;修回日期:2009-04-14

作者简介:王远孝(1981-),男,山东潍坊人,博士在读

\* 通讯作者

随机分成4组,每组8个重复(公、母各4个),每个重复60只鸡。试验鸡来自同一批孵化的雏鸡。试验一和试验二黄鸡日粮分设4个不同水平的CMR,基础日粮为玉米-豆粕型,其配制参照NRC(1994)《家禽的营养需要量》和中国饲养数据库(1996年版)的数值,各试验日粮的组成和营养成分见表1,日粮前期采用粉料,后期为颗粒料。

1.3 饲养管理样品采集 各试验鸡于室内同一环境下,地面平养,铺设垫料。每个重复1栏,24 h光照,日投料2次,自由采食和饮水,每天清洗饮水器和料槽1次。免疫接种及疾病预防、消毒按常规方法进行。

于试验一结束时(25 d)每个重复随机选取1只公鸡,空腹12 h后称重,翅静脉采血约6 mL,离心,

制备血清,鸡颈静脉放血致死,迅速剖开腹腔,取出肠道,轻轻挤出前肠(十二指肠和空肠)中的内容物,于-20℃冻存。于试验二结束时(65 d)每个重复随机选取公鸡或母鸡各1只,样品采集同试验一。

#### 1.4 指标测定及方法

1.4.1 腹脂率 腹脂率=腹脂重/(全净膛重+腹脂重)×100%。

1.4.2 皮脂厚度 皮脂厚度(mm)测定部位在尾椎前端、背正中线切开的皮肤转角处,用游标卡尺测量。

1.4.3 肌内脂肪含量 采用乙醚抽提法测定胸肌和腿肌的肌内脂肪含量。

1.4.4 血脂水平 血糖采用氧化酶法;总胆固醇采用CEH酶法;甘油三酯采用GPO-PAP酶法。测定采

表1 黄羽肉鸡各阶段各组试验日粮与营养成分

| 项目                         | 试验一   |       |       |       | 试验二   |       |       |       |
|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                            | I     | II    | III   | IV    | I     | II    | III   | IV    |
| 饲料成分/%                     |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 玉米                         | 58.20 | 60.00 | 61.90 | 63.00 | 66.70 | 68.30 | 70.00 | 71.10 |
| 豆粕                         | 22.20 | 21.60 | 21.30 | 20.90 | 9.10  | 8.80  | 8.50  | 8.30  |
| 鱼粉                         | 4.00  | 4.00  | 4.00  | 4.00  | 2.00  | 2.00  | 2.00  | 2.00  |
| 玉米蛋白粉                      | 7.00  | 7.00  | 7.00  | 7.00  | 6.00  | 6.00  | 6.00  | 6.00  |
| 油脂                         | 4.00  | 3.00  | 2.00  | 1.00  | 6.00  | 5.00  | 4.00  | 3.00  |
| 标粉                         | -     | -     | -     | -     | 6.00  | 6.00  | 6.00  | 6.00  |
| 磷酸氢钙                       | 0.52  | 0.51  | 0.50  | 0.50  | 0.34  | 0.34  | 0.34  | 0.32  |
| 石粉                         | 1.58  | 1.59  | 1.59  | 1.58  | 1.42  | 1.41  | 1.40  | 1.42  |
| 赖氨酸                        | 0.50  | 0.51  | 0.52  | 0.53  | 0.43  | 0.44  | 0.45  | 0.45  |
| 蛋氨酸                        | 0.29  | 0.28  | 0.28  | 0.28  | 0.21  | 0.21  | 0.21  | 0.21  |
| 食盐                         | 0.21  | 0.21  | 0.21  | 0.21  | 0.20  | 0.20  | 0.20  | 0.20  |
| 胆碱                         | 0.10  | 0.10  | 0.10  | 0.10  | 0.10  | 0.10  | 0.10  | 0.10  |
| 预混料                        | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  |
| 合计                         | 100   | 100   | 100   | 100   | 100   | 100   | 100   | 100   |
| 营养成分                       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 蛋能比/(g·MJ <sup>-1</sup> )  | 15.63 | 16.13 | 16.50 | 16.95 | 12.94 | 13.18 | 13.43 | 13.61 |
| 代谢能/(MJ·kg <sup>-1</sup> ) | 13.44 | 13.02 | 12.73 | 12.39 | 13.91 | 13.66 | 13.40 | 13.23 |
| 粗蛋白/%                      | 21.00 | 21.00 | 21.00 | 21.00 | 18.00 | 18.00 | 18.00 | 18.00 |
| 粗脂肪/%                      | 10.00 | 8.00  | 6.40  | 4.80  | 10.10 | 8.80  | 7.50  | 6.70  |
| 蛋氨酸/%                      | 0.86  | 0.86  | 0.86  | 0.86  | 0.54  | 0.55  | 0.54  | 0.54  |
| 赖氨酸/%                      | 1.10  | 1.10  | 1.10  | 1.10  | 0.98  | 0.99  | 0.98  | 0.98  |
| 钙/%                        | 0.90  | 0.90  | 0.90  | 0.90  | 0.74  | 0.74  | 0.74  | 0.74  |
| 可利用磷/%                     | 0.35  | 0.35  | 0.35  | 0.35  | 0.28  | 0.28  | 0.28  | 0.28  |

注:预混料(1%)为每千克日粮提供:维生素A 12 000 IU,维生素D<sub>3</sub> 3 000 IU,维生素E 20 mg,维生素K<sub>3</sub> 1.3 mg,维生素B<sub>1</sub> 2.2 mg,维生素B<sub>2</sub> 10 mg,维生素B<sub>3</sub> 10 mg,胆碱 400 mg,维生素B<sub>5</sub> 50 mg,维生素B<sub>6</sub> 4 mg,生物素 0.04 mg,维生素B<sub>11</sub> 1mg,维生素B<sub>12</sub> 0.013 mg,铁 60 mg,铜 7.5 mg,锰 110 mg,锌 65 mg,碘 1.1 mg,硒 0.4 mg,杆菌肽锌 30 mg。营养成分为计算值

用全自动生化分析仪(AU2700 型, OLYMPUS), 所用测定盒由 Randox 及上海荣盛生物技术有限公司提供。

1.4.5 小肠消化酶活性 肠道内容物解冻后, 用 9 倍重量体积的 4℃ 去离子水稀释, 匀浆, 离心, 提取上清液, 测定上清内淀粉酶 (Amylase)、胰蛋白酶 (Trypsin) 和脂肪酶 (Lipase) 活性, 按测试盒 (南京建成) 所示的方法测定。

1.5 统计分析 试验数据采用 Excel 2007 进行初步整理, 用 SPSS11.5 软件进行统计分析, 采用单因子方差 (One-Way ANOVA) 分析进行差异显著性检验, 并采用邓肯氏法进行多重比较, 计算结果以平均值  $\pm$  标准误表示。

## 2 结果与分析

### 2.1 对黄鸡腹脂、皮脂厚度和肌内脂肪含量的影响

由表 2 可以看出, 黄鸡 1 d 和 46 d 时体重各组差异不显著 ( $P > 0.05$ ), 故试验一和试验二黄鸡分组符合随机区组设计。宰前活重各试验组差异不显著 ( $P > 0.05$ ), 65 d 时黄鸡日粮 CMR 过高 (IV 组) 或过低 (I 组) 时宰前活重均出现下降。25 d 时, 各

CMR 水平对黄鸡皮脂厚度、胸肌和腿肌肌内脂肪含量无影响 ( $P > 0.05$ ), 皮脂厚度有随日粮 CMR 升高而升高的趋势。65 d 时, 母鸡腹脂重和腹脂率第 II 组最高, 第 I 组最低, 公、鸡各组差异不显著 ( $P > 0.05$ ), 随 CMR 升高而呈降低的趋势; 公鸡皮脂厚度第 I 组比第 IV 组高 84.73% ( $P < 0.05$ ), 母鸡各组差异不显著 ( $P > 0.05$ ); 母鸡腿肌的肌内脂肪含量第 I 组比第 IV 组高 93.49% ( $P < 0.05$ ), 胸肌的 IMF 含量各组差异不显著 ( $P > 0.05$ ), 公鸡胸肌和腿肌内脂肪含量差异不显著 ( $P > 0.05$ )。从变化趋势可看出, 高 CMR 日粮不利于后期黄鸡肌内脂肪沉积。

2.2 对黄鸡血脂水平的影响 由表 3 可知, 黄鸡 25 d 时血清中血糖和胆固醇水平无显著性差异 ( $P > 0.05$ ), 甘油三酯水平第 II 组显著降低 ( $P < 0.05$ )。65 d 时, 公鸡胆固醇水平第 II 组比第 I 组高 30.0%, 差异显著 ( $P < 0.05$ ), 血糖和甘油三酯水平差异不显著 ( $P > 0.05$ ), 母鸡各指标无显著性差异 ( $P > 0.05$ )。从变化趋势来看, 试验一黄鸡甘油三酯和胆固醇水平随日粮 CMR 升高, ME 降低, 而呈升高趋势, 但在 CMR 最低时 (第 I 组) 血清甘油三酯和胆固醇水平出现升高; 试验二中, 随日粮 CMR 升高, 母鸡和公鸡

表 2 日粮 CMR 对黄鸡皮脂厚度和肌内脂肪含量的影响

| 组别  | 初重/(g·只 <sup>-1</sup> ) | 宰前活重/(g·只 <sup>-1</sup> ) | 皮脂厚度/mm                 | 腹脂重/g       | 腹脂率/%     | 肌内脂肪含量/%  |                          |
|-----|-------------------------|---------------------------|-------------------------|-------------|-----------|-----------|--------------------------|
|     |                         |                           |                         |             |           | 胸肌        | 腿肌                       |
| 试验一 |                         |                           |                         |             |           |           |                          |
| I   | 37.2±0.5                | 518.3±15.5                | 1.88±0.40               | —           | —         | 4.05±0.44 | 10.30±0.56               |
| II  | 37.6±0.4                | 494.2±9.7                 | 2.11±0.33               | —           | —         | 4.01±0.82 | 11.85±1.52               |
| III | 37.3±0.4                | 489.2±18.2                | 2.36±0.32               | —           | —         | 4.30±0.63 | 11.19±0.78               |
| IV  | 37.6±0.5                | 490.0±11.1                | 2.40±0.51               | —           | —         | 3.68±0.76 | 12.19±0.82               |
| P   | 0.88                    | 0.43                      | 0.78                    | —           | —         | 0.44      | 0.42                     |
| 试验二 |                         |                           |                         |             |           |           |                          |
| 母鸡  |                         |                           |                         |             |           |           |                          |
| I   | 738.4±10.2              | 1181.3±19.9               | 2.69±0.41               | 44.19±3.20  | 5.43±0.32 | 4.74±1.00 | 26.14±4.17 <sup>a</sup>  |
| II  | 721.2±4.3               | 1303.3±55.5               | 2.51±0.17               | 62.39±4.75  | 7.15±0.42 | 8.03±1.47 | 17.25±3.30 <sup>ab</sup> |
| III | 727.5±10.9              | 1231.8±38.7               | 2.56±0.30               | 55.67±2.84  | 6.58±0.55 | 5.55±1.79 | 16.00±5.51 <sup>ab</sup> |
| IV  | 719.3±3.5               | 1223.5±53.8               | 2.26±0.39               | 59.92±12.96 | 6.95±1.35 | 5.71±1.06 | 13.51±1.70 <sup>b</sup>  |
| P   | 0.38                    | 0.32                      | 0.09                    | 0.38        | 0.48      | 0.40      | 0.04                     |
| 公鸡  |                         |                           |                         |             |           |           |                          |
| I   | 1179.9±19.3             | 1962.5±63.9               | 2.42±0.19 <sup>a</sup>  | 68.92±11.80 | 5.03±0.76 | 4.44±1.53 | 20.10±3.88               |
| II  | 1180.7±3.6              | 2072.3±58.6               | 2.21±0.34 <sup>ab</sup> | 60.64±9.86  | 4.16±0.61 | 4.26±1.37 | 14.03±2.16               |
| III | 1187.0±8.2              | 2022.8±42.5               | 2.04±0.27 <sup>ab</sup> | 58.85±4.62  | 4.21±0.32 | 3.08±0.49 | 18.17±3.73               |
| IV  | 1159.0±23.3             | 1984.8±83.1               | 1.31±0.27 <sup>b</sup>  | 54.08±4.83  | 3.91±0.18 | 3.73±0.79 | 18.62±2.70               |
| P   | 0.64                    | 0.64                      | 0.04                    | 0.66        | 0.49      | 0.81      | 0.97                     |

注: 同列数据肩标不同小写字母表示并显著 ( $P < 0.05$ )。下表同

血清 TG 呈降低趋势,而 SC 呈升高趋势,血清甘油三酯变化规律与腹脂相似。

表 3 不同 CMR 水平对黄羽黄鸡血脂水平的影响

| mmol·L <sup>-1</sup> |          |                        |                         |
|----------------------|----------|------------------------|-------------------------|
| 组别                   | 血糖       | 甘油三酯                   | 胆固醇                     |
| 试验一                  |          |                        |                         |
| I                    | 12.3±0.3 | 0.24±0.01 <sup>a</sup> | 3.32±0.20               |
| II                   | 12.0±0.4 | 0.19±0.01 <sup>b</sup> | 2.97±0.24               |
| III                  | 12.3±0.3 | 0.27±0.02 <sup>a</sup> | 3.24±0.10               |
| IV                   | 11.4±0.4 | 0.28±0.02 <sup>a</sup> | 3.73±0.37               |
|                      | 0.26     | 0.00                   | 0.22                    |
| 试验二                  |          |                        |                         |
| 母鸡                   |          |                        |                         |
| I                    | 11.6±0.5 | 0.53±0.14              | 2.02±0.06               |
| II                   | 12.0±0.5 | 0.50±0.04              | 2.24±0.31               |
| III                  | 11.1±0.4 | 0.48±0.08              | 2.27±0.09               |
| IV                   | 11.4±0.4 | 0.41±0.05              | 2.27±0.06               |
|                      | 0.58     | 0.78                   | 0.67                    |
| 公鸡                   |          |                        |                         |
| I                    | 11.5±0.1 | 0.29±0.05              | 2.46±0.14 <sup>b</sup>  |
| II                   | 11.5±0.1 | 0.22±0.02              | 3.00±0.09 <sup>a</sup>  |
| III                  | 12.0±0.4 | 0.25±0.03              | 2.63±0.18 <sup>ab</sup> |
| IV                   | 12.0±0.6 | 0.25±0.03              | 2.51±0.21 <sup>ab</sup> |
| P                    | 0.60     | 0.46                   | 0.04                    |

2.3 对小肠消化酶的活性的影响 由表 4 可知,25 d 时公鸡小肠食糜内淀粉酶、胰蛋白酶和脂肪酶活性各组无显著性差异( $P > 0.05$ )。65 d 时,母鸡淀粉酶、胰蛋白酶和脂肪酶活性差异不显著( $P > 0.05$ );公鸡脂肪酶活性第 I 组显著提高,分别比第 II、III 组高 206.6% 和 386.6% ( $P < 0.05$ ),而淀粉酶和胰蛋白酶活性差异不显著( $P > 0.05$ )。由此,试验所设的日粮不同 CMR 水平对黄鸡小肠消化酶活性影响有限。

### 3 讨 论

黄鸡在能量满足生长发育之外,多余的便以脂肪形式沉积在体内<sup>[2]</sup>,禽类的脂肪组织主要分布在皮下、腹腔以及肌肉等组织器官周围。脂肪的组织特异性沉积与胴体组成和肉品质密切相关。过度的腹脂沉积不仅降低了饲料利用率和胴体品质,同时还增加了畜产品加工工序<sup>[3]</sup>,而肌肉中维持一定的脂肪含量却是保持优良肉品质的一个重要因素。肉鸡日粮营养水平是调控腹脂和肌肉脂肪含量的最主要的方式,蛋能比(CMR)是肉鸡日粮中的重要营

表 4 日粮中蛋能比对黄鸡小肠消化酶活性的影响

| U·mgprot <sup>-1</sup> |                     |                   |                              |
|------------------------|---------------------|-------------------|------------------------------|
| 组别                     | 淀粉酶                 | 胰蛋白酶              | 脂肪酶                          |
| 试验一                    |                     |                   |                              |
| I                      | 10 815.17±3 138.96  | 1 992.48±409.58   | 607.61±152.77                |
| II                     | 7 058.29±1 270.68   | 1 546.99±333.14   | 737.90±246.09                |
| III                    | 12 130.44±3 271.86  | 1 936.20±349.67   | 674.17±230.69                |
| IV                     | 7 593.82±952.02     | 1 443.87±268.69   | 469.34±223.83                |
|                        | 0.54                | 0.66              | 0.88                         |
| 试验二                    |                     |                   |                              |
| 母鸡                     |                     |                   |                              |
| I                      | 14 406.51±3 955.80  | 2 927.67±363.98   | 873.81±247.72                |
| II                     | 15 301.29±4 437.80  | 2 934.97±969.83   | 736.51±410.78                |
| III                    | 20 699.06±10 246.75 | 3 127.92±1 291.99 | 566.55±47.54                 |
| IV                     | 13 017.69±4 345.04  | 2 141.50±880.24   | 587.41±194.32                |
|                        | 0.85                | 0.87              | 0.88                         |
| 公鸡                     |                     |                   |                              |
| I                      | 10 847.27±1 081.11  | 2 028.75±102.36   | 1 389.49±107.55 <sup>a</sup> |
| II                     | 6 153.82±1 982.37   | 1 673.85±271.72   | 453.25±214.12 <sup>b</sup>   |
| III                    | 5 067.80±4 451.32   | 1 610.94±420.26   | 285.58±129.34 <sup>b</sup>   |
| IV                     | 11 384.61±4 807.76  | 2 173.29±778.94   | 603.53±125.00 <sup>ab</sup>  |
| P                      | 0.41                | 0.79              | 0.01                         |

养指标,是保证其他营养物质供给量的基础<sup>[1]</sup>。研究表明,肉鸡采食低蛋能比日粮能促使肉仔鸡沉积过多能量,腹脂率显著提高,高能日粮比低能日粮显著提高肉仔鸡的腹脂率<sup>[4]</sup>,这与本试验二对公鸡的研究一致,但母鸡在高 ME 时,腹脂沉积减少,与此相矛盾,有待于进一步研究。皮脂厚度和肌肉脂肪(IMF)含量是脂肪沉积的另一方式,肌肉结构中的脂肪组织含量及分布与肉品质关系密切<sup>[5]</sup>。试验二结果显示,低 CMR 日粮组可提高 65 d 时公鸡和母鸡胸肌和腿肌内的肌肉脂肪含量,表明日粮粗蛋白含量一定时,高 ME 利用肌肉脂肪沉积,这与 Witte 等<sup>[6]</sup>在猪上的研究一致。但张顺珍等<sup>[7]</sup>研究认为,低营养水平肉鸡肌肉含量少,蛋白质和脂肪含量高,肉质优于高营养水平组。肌肉脂肪含量与皮下脂厚、腹脂率存在一定相关性,在提高肌肉脂肪含量的同时,腹脂和皮下脂肪的沉积也会升高<sup>[8]</sup>,因此在确定黄鸡日粮适宜 CMR 水平时,要进行综合考虑。

Griffin 等<sup>[9]</sup>已证明鸡脂肪沉积的量与血脂水平有相关性,并且二者的相关程度受日粮营养水平影响。血糖含量可在一定程度上反映动物机体糖脂代谢功能是否正常,高血糖的产生与机体产生胰岛素



耐受有关,试验一二各组血糖水平差异均不显著( $P > 0.05$ ),表明各CMR水平的黄鸡糖脂代谢功能正常。血清中总胆固醇、甘油三酯是反映动物机体脂类代谢功能正常与否的2个重要指标<sup>[10]</sup>,血浆总甘油三酯(TG)浓度的高低标志着机体脂肪合成能力的强弱<sup>[11]</sup>。试验二研究发现,血清甘油三酯随日粮CMR升高而降低,变化规律与腹脂相似,试验一二黄鸡血浆胆固醇随日粮CMR升高而升高,这与陈金文等<sup>[12]</sup>研究一致。血清胆固醇与腹脂变化规律相矛盾,其原因可能与日粮脂肪水平有关,在Donaldson等<sup>[4]</sup>的报道中,日粮脂肪增加使脂肪合成、乙酰辅酶A羧化酶和脂肪酸合成酶活性降低,二者均导致血浆胆固醇浓度降低,而本研究利用油脂调节日粮CMR,因而导致低CMR组黄鸡血清胆固醇含量降低。

鸡肠道中的大部分淀粉酶、胰蛋白酶、脂肪酶均分布在十二指肠或空肠,故本研究以前肠(十二指肠和空肠)消化酶活性作为衡量肠道消化酶活性的指标。试验一研究发现,日粮中CMR水平不会改变黄鸡25 d时小肠淀粉酶、胰蛋白酶和脂肪酶的活性;而试验二研究发现,低CMR水平日粮显著提高公鸡65 d时的脂肪酶活性,这与腹脂变化相一致。脂肪酶即三酰基甘油酰基水解酶,它催化天然底物油脂水解,生成脂肪酸、甘油和甘油单酯或二酯。内源性脂肪酶分泌增多可提高脂肪消化率<sup>[13]</sup>,低CMR日粮中油脂含量较高,机体增加脂肪酶的分泌以有效消化日粮中的油脂。因此,低CMR组黄鸡体内腹脂率升高可能是由于脂肪酶活性的增强所致,这也与胸肌和腿肌的肌内脂肪变化规律基本一致。

#### 4 小 结

本试验低CMR组日粮腹脂、皮脂厚度和IMF含量较高,考虑到胴体品质和肉质特性,以及CMR对血

脂水平和肠道酶活的影响,得出试鸡日粮中最佳CMR水平为前期16.13 g/MJ;后期母鸡13.43 g/MJ,公鸡12.94 g/MJ。

#### 参考文献:

- [1] 李伟忠,单安山. 能蛋比及其在畜禽中的应用[J]. 中国饲料, 2002, (20): 20-21.
- [2] 周桂莲,林映才,蒋守群,等. 饲料代谢能水平对22~42日龄黄羽肉鸡体成分和能量、粗蛋白质沉积率影响的研究[J]. 中国畜牧杂志, 2004, 40(3): 13-16.
- [3] Sillence M N. Technologies for the control of fat and lean deposition in livestock[J]. Vet J, 2004, 167(3): 242-57.
- [4] Donaldson W E. Lipogenesis and body fat in 220 chickens: Effects of calorie-protein ratio and dietary fat[J]. Poultry Sci, 1985, 64: 1199-1204.
- [5] Patricia A. Eating quality of pork in Denmark[J]. Pig Farming Supplement, 1985, 23(10): 56-57.
- [6] Witte D P, Ellis M, McKeith F K, et al. Effect of dietary lysine level and environmental temperature during the finishing phase on the intramuscular fat content of pork[J]. J Anim Sci, 2000, 78(5): 1272-1276.
- [7] 张顺珍,包承玉,邵春荣,等. 饲料营养水平对三个地方品种鸡生长性能及屠体品质的影响[J]. 江苏农业学报, 1998, 14(3): 174-178.
- [8] 李俊英,李慧锋,姜润深,等. 优质鸡肌内脂肪含量与屠体及肉质性状间的关系[J]. 中国畜牧杂志, 2004, 40(2): 12-15.
- [9] Griffin H D, Whitehead C C, Broadbent L A. The relationship between plasma triglyceride concentrations and body fat content in male and female broilers—a basis for selection?[J]. Br Poultry Sci, 1982, 23(1): 15-23.
- [10] 杨正平,刘福柱,邓兴照,等. 壳聚糖对肉仔鸡生长性能及血清生化指标的影响[J]. 中国畜牧杂志, 2007, 43(7): 28-31.
- [11] Bacon W L, Nestor K E, Naber E C. Prediction of carcass composition of turkeys by blood lipids[J]. Poultry Sci, 1989, 68: 1282-1288.
- [12] 陈金文,杨山,莫棣华,等. 日粮能量和蛋白水平对肉鸡腹脂和血脂的影响[J]. 动物营养学报, 1998, 10(1): 20-28.
- [13] 王海燕,李富伟,高秀华. 脂肪酶的研究进展及其在饲料中的应用[J]. 饲料工业, 2007, 28(6): 14-17.

### Effect of Dietary Crude Protein to Metabolizable Energy Ratios on Fat Deposition and Intestinal Digestive Enzyme Activity of Chinese Yellow Broilers

WANG Yuan-xiao<sup>1</sup>, LU Yong-sheng<sup>1</sup>, ZHANG Li-li<sup>1</sup>, WANG Tian<sup>1\*</sup>

(1. College of Animal Science & Technology, Nanjing Agricultural University, Jiangsu Nanjing 210095, China)

**Abstract:** Two trials were conducted to determine the effects of progressive dietary crude protein to metabolizable energy ratio (CMR) maintained at a constant CP concentration on fat deposition and intestinal digestive enzyme activity of