

饲料完整蛋白质比例对肉雏鸡 整体、组织蛋白质周转代谢的影响

施用晖 乐国伟 高启平 蔡学林

(四川农业大学动物营养研究所,雅安 625014)

摘要 试验用 4~15 日龄艾维茵母系公鸡分为 3 组,饲喂按理想氨基酸模式配制
成含不同蛋清蛋白与游离氨基酸比例的饲料(蛋清蛋白氨基酸占 88.6%、44.3%、
0%),研究饲料完整蛋白质比例对肉雏鸡整体、组织蛋白质周转代谢的影响。结果
表明:饲喂游离氨基酸饲料的第 3 组鸡整体、胸肌蛋白质生长率(FGR)显著($P < 0.05$)
低于第 1、2 组;其中,蛋白质合成率(FSR)以第 2 组最高,2、3 组极显著高于
($P < 0.01$)第 1 组;降解率(FDR)第 1 组显著($P < 0.05 \sim 0.01$)低于第 2 和第 3
组。整体和胸肌 FGR 的提高,主要是由于蛋白质降解率的相对降低。肝脏蛋白质
FGR 3 组间差异不显著($P > 0.05$),依次为 3 组 > 1 组 > 2 组。血浆寡肽量与整体
和组织蛋白质 FSR、FDR、FGR 间存在显著($P < 0.05$)的相关关系。结果表明,饲
料完整蛋白质比例影响肉仔鸡血液循环中的某些寡肽和整体与组织的蛋白质周
转代谢。

关键词 肉雏鸡;完整蛋白质比例;蛋白质周转;寡肽

分类号 S831.5

0 前 言

饲喂低蛋白理想氨基酸日粮的肉鸡不能达到最佳的生长状态^[1],用氨基酸(AA)模式相
似的完整蛋白质、蛋白质水解产物、游离氨基酸混合物作氮源配制饲料饲喂大鼠,机体的蛋
白质沉积不同^[2],这些结果说明蛋白质及其消化产物可能影响着动物机体的蛋白质代谢。动
物体内蛋白质沉积的变化,是由于提高蛋白质合成率(FSR),还是降低了蛋白质降解率
(FDR)^[3,4]尚无定论。在肉用雏鸡试验表明,平衡饲料中提供一定比例的完整蛋白质,雏鸡
生产性能及物质、能量利用高于游离氨基酸饲料组^[5];同时,影响雏鸡胃肠道、血浆中寡肽含
量。探讨蛋白质消化水解产物肽的消化、吸收及循环肽对蛋白质周转代谢的影响,有助于进
一步阐明蛋白质代谢的调控机理。

国家自然科学基金资助课题

收稿日期:1998-03-21

第一作者:施用晖,女,1955年10月生,农学硕士,副教授

1 材料和方法

1.1 试验设计与饲料

选用 4 日龄艾维因母系公鸡 60 只,分为 3 组(每组 5 个重复,每重复 4 只)饲喂完整蛋白(蛋清蛋白)与游离氨基酸不同比例的 3 种饲料。饲料配制参照 NRC(1994)肉鸡 0~3 周龄理想氨基酸模式(IAAP)^[2]。第 1 组为饲喂蛋清蛋白日粮,蛋清为熟鸡蛋蛋白用淀粉稀释后,干燥、粉碎制得。为平衡第 1、3 组日粮额外添加游离氨基酸。必需 AA 与非必需 AA 的比例为 50.2/49.8。第 1、3 组饲料等量混合成第 2 组日粮。试验饲料组成见表 1。饲养管理按常规方法进行。

1.2 测定指标及方法

在 11、13、15 日龄,各组分别按平均体重选取 5 只鸡进行下列测定。血浆的肽分析见乐国伟等方法^[6]。13 日龄雏鸡整体和组织蛋白质合成率(FSR):采用大剂量法(Garlick 等, 1980)测定,按 100 g 体重 1 mL 剂量,一次性腹腔引入 L^3 H-Tyr 示踪溶液(2.22×10^6 Bq/mL, Gly-Tyr $141 \mu\text{mol}/\text{mL}$,用生理盐水配制) 25 min 采血,随即颈挫位处死,胴体速冻保存。肝脏、胸肌剪碎制样,胴体(肠道去食糜)绞碎制成整体样品,进行周转率测定。

整体、肝、胸肌样品处理、测定参照乐国伟^[6]的方法。蛋白质合成率 FSR(%/d)计算公式如下:

$$\text{FSR} = \frac{S_b \times 1440}{S_a \times 25}$$

S_b 为结合 Tyr 比放射性强度, S_a 为游离 Tyr 比放射性强度

整体、组织蛋白质生长分率(FGR):于雏鸡 11、15 日龄每组屠宰 5 只鸡,用凯氏定氮法测定肝、胸肌、整体粗蛋白含量。整体、组织蛋白质生长分率 FGR(%/d)计算公式如下:

$$\text{FGR} = \frac{(W_2 \times P_2 - W_1 \times P_1) \div 4}{(W_2 \times P_2 + W_1 \times P_1) \div 2}$$

W_1 、 W_2 为 11、15 日龄鸡整体(或肝、胸肌)重量(g); P_1 、 P_2 为 11、15 日整体(或肝、胸肌)粗蛋白含量(%)

蛋白质降解率 FDR 计算: $\text{FDR} = \text{FSR} - \text{FGR}$

1.3 数据处理及统计方法

对试验数据采用 SAS 统计软件 GLM 处理,进行相关分析、方差分析及显著性检验。

2 试验结果

2.1 各组肝脏、胸肌、整体 FSR、FDR、FGR

整体、组织蛋白质周转率(FSR 和 FDR)均随饲料完整蛋白比例而变化,其中,第 1 组整体、胸肌 FSR 极显著低于第 2、3 组($P < 0.01$); FDR 则以第 3 组最高,1 组分别显著($P < 0.05$)或极显著($P < 0.01$)低于第 2、3 组;整体蛋白质生长率 FGR 2 组显著($P < 0.05$)高

表 1 日粮组成

处 理	% 1 2 3		
	蛋清淀粉混合物	36.73	18.36
氨基酸混合物	1.75	8.67	15.59
玉米淀粉	41.22	52.67	64.11
黄豆油	5.00	5.00	5.00
蔗糖	5.00	5.00	5.00
棉纤维	3.00	3.00	3.00
矿物质添加剂 ¹⁾	6.86	6.86	6.86
维生素 ²⁾	0.44	0.44	0.44
总 和	100.00	100.00	100.00

注: 1)、2): 参照 Baker, 1997, (NRC 1994 家禽营养需要)配制。

于第 3 组;胸肌 FGR 以第 1 组最高,第 3 组显著低于 ($P < 0.05$) 1, 2 组。肝脏 FSR 为第 2, 3 组极显著 ($P < 0.01$) 高于第 1 组, FDR 第 2 组分别显著 ($P < 0.05$)、极显著 ($P < 0.01$) 地高于第 1, 3 组, FGR 第 3 组最高,其次为第 1, 2 组 ($P > 0.05$)。见表 2。

表 2 日粮对肉仔鸡整体肝脏胸肌蛋白质周转率的影响

处 理		1	2	3
整 体	FSR(% /d)	29.79± 2.27 ^B	40.99± 3.67 ^A	41.63± 8.77 ^A
	FGR(% /d)	11.27± 2.16 ^{ab}	13.03± 2.31 ^a	9.20± 2.48 ^b
	FDR(% /d)	18.53± 3.34 ^b	27.96± 4.17 ^a	32.43± 10.9 ^A
	FSR(g /d)	7.80± 0.53 ^B	11.60± 1.02 ^A	10.54± 1.79 ^A
	FGR(g /d)	2.98± 0.61 ^{AB}	3.68± 0.59 ^A	2.34± 0.75 ^B
	FDR(g /d)	4.88± 0.76 ^b	7.94± 1.26 ^a	8.18± 2.47 ^A
	FSR(g /d · w ^{0.75})	26.06± 3.26 ^B	38.28± 3.60 ^A	37.40± 7.10 ^A
	FGR(g /d · w ^{0.75})	9.80± 1.91 ^{ab}	12.18± 1.98 ^b	8.34± 2.93 ^b
	FDR(g /d · w ^{0.75})	16.24± 3.40 ^b	25.90± 4.24 ^a	28.46± 8.56 ^A
肝 脏	FSR(% /d)	74.51± 11.68 ^B	119.55± 7.18 ^A	103.02± 16.32 ^A
	FGR(% /d)	11.45± 1.68	9.27± 5.17	12.80± 3.76 ^a
	FDR(% /d)	63.06± 11.06 ^a	110.28± 8.31 ^{Aa}	90.22± 15.54 ^b
胸 肌	FSR(% /d)	17.04± 1.88 ^B	21.52± 4.98 ^{AB}	24.74± 3.17 ^A
	FGR(% /d)	16.32± 1.48 ^A	14.98± 0.94 ^{Ab}	10.87± 3.76 ^b
	FDR(% /d)	0.72± 1.12 ^a	6.54± 4.35 ^b	13.86± 3.37 ^A

注:同行数值肩号小写字母不同表示差异显著 $P < 0.05$,不同大写字母表示差异极显著 $P < 0.01$,以下表同。

2.2 各组肝、胸肌、整体重量变化

3种饲料对胸肌重量的影响不显著

($P > 0.05$),第 2 组的整体增重显著高于第 3 组 ($P < 0.05$),但肝脏增重显著低于第 3 组 ($P < 0.05$)见表 3。

2.3 雏鸡整体、组织蛋白质 FSR FGR FDR 与循环中肽的关系

雏鸡整体、组织蛋白质 FSR FGR FDR 与循环中某些肽量呈显著相关 ($P < 0.05$)。循环肽量 (P PA)见表 4,与整体、组织蛋白质周转率间的回归公式见表 5。

表 4 日粮对肉仔鸡血浆中肽的影响

V² /mL

峰 号	保留时间 /min	处 理		
		1	2	3
2	2.5~ 2.6	14.68± 5.48	9.44± 4.24	18.52± 9.60
5	3.0~ 3.4	27.81± 13.28	19.96± 7.36	19.08± 10.71
6	3.4~ 3.6	8.40± 4.00 ^{ab}	2.05± 2.80 ^b	19.95± 26.36 ^a
7	3.9~ 4.6	9.24± 9.84	2.09± 0.26	3.14± 2.86
8	5.0~ 5.6	39.52± 8.48 ^a	21.12± 9.12 ^b	15.36± 10.24 ^b
9	5.7~ 6.1	158.12± 30.6 ^A	89.92± 15.44 ^B	87.76± 30.64 ^B
10	6.3~ 6.7	8.31± 6.07 ^A	1.48± 1.18 ^B	7.73± 3.63 ^A
11	6.7~ 6.8	7.76± 3.56	5.03± 4.13	4.03± 1.85
12	7.0~ 7.4	7.51± 1.25	4.83± 1.10	7.08± 1.90
15	7.5~ 7.7	76.63± 19.12 ^b	78.15± 16.67 ^{ab}	95.07± 35.04 ^a
16	7.7~ 7.8	7.88± 1.32 ^A	4.56± 2.48 ^B	4.12± 0.44 ^B
17	7.8~ 8.4	6.04± 3.56	4.52± 0.88	3.60± 1.48
总量		434.2± 57.1 ^a	334.6± 35.4 ^b	333.7± 39.3 ^b

表 5 血浆肽与组织蛋白质周转的相关关系

回 归 公 式	相关系数 R^2	Prob> F
$FSR_{\text{整体}} = 56.59 - 1.1 \times 10^{-5} \times PPA_6 - 5.6 \times 10^{-6} \times PPA_9$	0.762 4	0.007 9
$FSR_{\text{肝脏}} = 178.21 - 3.0 \times 10^{-4} \times PPA_{12} - 2.1 \times 10^{-4} \times PPA_{16}$	0.734 6	0.013 8
$FDR_{\text{整体}} = 47.66 - 1.2 \times 10^{-4} \times PPA_6 - 6.28 \times 10^{-5} \times PPA_9$	0.704 3	0.021 0
$FDR_{\text{胸肌}} = 19.55 - 4.4 \times 10^{-5} \times PPA_9$	0.441 2	0.018 5
$FDR_{\text{肝脏}} = 153.38 + 4.8 \times 10^{-5} \times PPA_4 - 2.9 \times 10^{-4} \times PPA_{12} - 2.9 \times 10^{-4} \times PPA_{16}$	0.845 9	0.034 0
$FG_{\text{整体}} = 15.32 - 1.2 \times 10^{-4} \times PPA_2$	0.620 9	0.002 3
$FG_{\text{胸肌}} = 15.13 - 1.6 \times 10^{-4} \times PPA_2 + 3.3 \times 10^{-5} \times PPA_{16}$	0.730 3	0.017 5

注: PPA_6, PPA_9, \dots , 为血浆肽峰序号。

3 讨 论

饲料蛋白质的供给形式和质量是影响动物整体、组织蛋白质周转代谢的重要因素。蛋白质周转代谢中合成和降解代谢过程的相对比例影响着动物蛋白质的沉积。过去一些研究认为高质量蛋白质能提高 FSR^[7], 另一些认为 FDR 降低导致蛋白质沉积增加^[8]; 大鼠试验表明, 相同氨基酸模式下, 不同蛋白质供给形式影响蛋白质周转的不同过程^[4]。本试验不同氨基酸供给形式对体组织蛋白周转代谢两个过程的影响程度不同, 随着完整蛋白比例的提高, 蛋白质降解率降低。在蛋白质沉积过程中, FDR 降低比提高 FSR 更为节能^[8], 这也是完整蛋白质比例影响能量沉积的重要原因^[5]。通过调控 FDR, 能够影响蛋白质和能量沉积。

饲料蛋白质对肌体蛋白质代谢的影响可能由吸收进入循环的肽产生。动物体内氨基酸库的大小, 受饲料蛋白质 AA 平衡及其数量的影响。过去仅考虑到 FAA 的数量, 近来越来越多的试验证实了循环中寡肽的存在^[9]及其在组织蛋白质代谢中的不同作用^[10]。Funabiki 等 (1990) 观察到与 FAA 饲料相比, 鸡蛋清蛋白质水解产物提高了大鼠整体 FSR^[2]。乐国伟等 (1996)^[6]在观察到灌注酪蛋白水解产物提高组织蛋白质合成。本试验在实际饲喂条件下, 鸡血浆肽 (如 6-9 肽) 浓度与整体蛋白质合成率存在显著负相关。动物循环中寡肽对蛋白质降解也可能随浓度产生不同的影响。不同蛋白质在消化水解中产生的肽量不同, 进入循环的某些肽可能反馈调节蛋白质降解。循环肽可能是参与 FSR 和 FDR 调节的一个重要因素。

饲料完整蛋白质比例对胸肌、肝脏蛋白质周转代谢的影响存在差异。本试验肉鸡胸肌 FSR、FDR 分别为每日 17%~23% 和 1%~14%, 与其他一些试验结果相近^[1,8], 且组间 FGR 变化趋势与整体 FGR 相似, 随日粮完整蛋白质比例增加而提高。胸肌蛋白质周转在整体蛋白质周转中占有重要地位。本试验中肝脏 FSR 各组变化范围在每日 74%~120%, FDR 为每日 63%~111%, 与郭继英等 (1997) 采用常规日粮的测值 100% / d (FSR) 63.2% / d (FDR)^[11] 及 Nieto 等 (1994) 测值每日 93%~110% 相近^[12]。肝脏作为机体蛋白质 AA 代谢的重要器官, 大部分 AA 在肝脏中进行代谢, 因此, 其周转率非常高。从组间比较, 第 2 组肝脏的 FSR、FDR 都高, 表明其旺盛的代谢在蛋白质沉积中可能起着重要的作用。本试验表明, 饲料完整蛋白比例影响循环中寡肽含量和整体、组织蛋白质周转代谢。

参 考 文 献

1 Mendonca CX Jr, Jensen L S. Influence of valine level on performance of older broilers fed a low protein diet supplemented with amino acids. *Nutr Rep Inter*, 1989, 40: 247~252

2 Monchi M, Remat A. Comparison of net protein utilization of milk protein mild enzymatic hydrolysates and free amino

- acid mixtures with a close pattern in the rat. *J Parent Erter Nutr*, 1993, 17: 355~ 366
- 3 Funahiki R. Measurement of the rate of whole body protein synthesis by intraperitoneal injection of a large dose of alanyltyrosine with ^{14}C Tyrosine. *Agric Biol Chem*, 1990, 54: 113~ 119
 - 4 Nielsen K. Casein and soybean protein have different effects on whole body protein turnover at same nitrogen balance. *Br J Nutr*, 1994, 72: 69~ 81
 - 5 高启平. 饲料完整蛋白质比例对肉雏鸡生产性能和养分利用的影响. [硕士学位论文]. 雅安: 四川农业大学, 1997
 - 6 乐国伟. 寡肽在家禽蛋白质营养中作用的研究. [博士学位论文]. 雅安: 四川农业大学, 1996. 5
 - 7 David A S. Dietary protein quality, protein quantity and food intake: Effects on lactation and on protein synthesis and tissue composition in mammary tissue and liver in rats. *J Nutr*, 1986, 116: 365~ 375
 - 8 Lobley G E. Protein turnover and energy metabolism in animals: interactions in leanness and obesity. In: *Leanness in domestic Birds: Genetics, Metabolism and Hormonal Aspects*, 1988, 13~ 20
 - 9 Seal C J, Parker D S. Isolation and characterization of circulating low molecular weight peptides in steer, sheep and rat portal and peripheral blood. *Comp Biochem Physiol*, 1991, B 99: 679~ 685
 - 10 Shibata K, Onodera M. Comparison of tryptophan niacin conversion in rats fed with a nicotinic acid-free diet containing egg white, egg white protiolysate, or mixtures of amino acids. *Agric Biol Chem*, 1991b, 55: 1291~ 1298
 - 11 郭继英, 刘永庆. 雏鸡组织中的蛋白质更新与日龄的关系. *中国饲料*, 1997, (4): 14~ 16
 - 12 Nieto R. Effect of dietary protein quality, feed restriction and short-term fasting on protein synthesis and turnover in tissues of the growing chicken. *Br J Nutr*, 1994, 72: 499~ 507

Effects of Intact Protein Ratio in Diet with Same Amino Acid Balance on Protein Turnover of Broilers

Shi Yonghui Le Guowei Gao Qiping Cai Xuelin

(Animal Nutrition Research Institute, Sichuan Agricultural University, Yaan, 625014)

Abstract The trial was conducted to investigate the effects of intact protein ratio in the diet on vivo protein turnover of broiler. Five replicates of four broiler chicks (four days old) were grouped into three treatments and fed respectively with diet I, II and III which varies in the ratio of intact egg white protein out with same amino acid balance (diet I, the ratio of amino acid in intact protein to total amino acid was 88.6% ; diet II, 44.3% and diet III, 0%). The results showed that the fractional synthesis rate (FSR) and fractional degradation rate (FDR) in whole body and chest muscle decreased as the ratio of intact protein increased. Fractional growth rate (FGR) in the first two treatments were significantly ($P < 0.01$) higher than that in treatment III, broilers fed diet II had the highest FSR and FDR in three treatments. There was also a significant correlation between the amount of some oligopeptides in blood and FSR, FDR, FGR of whole body tissues. The result suggests that some peptides may affect tissues FDR in broiler.

Key words Broiler; Ratio of intact protein; Protein turnover.

(责任编辑: 陈 娇)