

# 早期营养限制对肉鸡生长性能和胴体品质的影响

占秀安 柯连坤 任 和

(浙江大学动物科学学院饲料科学研究所, 杭州 310029)

**摘 要:** 本文研究了早期长时间(1~21 日龄)低强度(每日 4 h)营养限制对肉鸡生长性能和胴体品质的影响。选择健康、体重相近 1 日龄安康红肉用公母混合雏鸡 600 羽, 随机分成 2 个组(对照组与试验组), 每个组 300 羽(含 3 个重复, 每个重复 100 羽)。饲养试验分 3 个阶段: 1~21、22~42 和 43~63 日龄。试验组 1~21 日龄每日 10:00~14:00 实施限饲(不给料), 22~63 日龄恢复自由采食, 对照组全期自由采食。所有试验鸡在自由饮水和 24 h 光照条件下进行为期 63 d 的饲养试验。限饲结束(21 日龄)和饲养试验结束(63 日龄)后, 每个组的每个重复选择母鸡 8 羽(共 96 羽)进行屠宰试验与取样分析。结果表明, 肉鸡早期低强度(12.59%限饲量)长时间(1~21 日龄)的连续限饲方案显著降低了 1~21 日龄肉鸡生长速度; 22~63 日龄恢复自由采食后获得了明显的补偿生长, 饲料转化率各阶段差异均不明显( $P>0.05$ )。早期限饲明显改变了 21、63 日龄肉鸡的胴体组成和肉质, 显著提高上市肉鸡(63 日龄)腿肌重而不影响胸肌重, 提高胸肌蛋白含量而降低脂肪含量, 同时明显增加了腹脂沉积量。上述结果提示, 早期营养限制对肉鸡具有代谢程序化和营养重分配的作用, 能显著改变肉鸡的胴体品质。

**关键词:** 营养限制; 生长性能; 补偿生长; 胴体品质; 代谢程序化; 营养重分配

由于营养研究、饲养管理和疾病防控等技术的进步, 肉鸡生长速度不断加快, 同时也带来了腹脂沉积增加, 饲料成本增高, 代谢性疾病增多, 死亡率升高等一系列问题<sup>[1-3]</sup>。营养限制最早始于蛋鸡, 随后推广到肉种鸡, 后由于商品肉鸡生产中出现了上述问题, 营养限制开始在商品肉鸡上研究和推行<sup>[4]</sup>。但迄今为止, 营养限制对商品肉鸡生长性能和胴体品质的影响结果不甚一致<sup>[5-8]</sup>。这与肉鸡品种、限饲方法和限饲时间均有直接相关性。以往的研究多数通过限制饲料蛋白质水平的方法降低肉鸡代谢性疾病的发生率, 或者在肉鸡养殖的后期通过限制饲料的能量水平, 而降低肉鸡的腹脂沉积率, 但同时也减慢了肉鸡的生长速度和延迟了肉鸡的上市时间。近年来医学研究表明, 生命早期是一个关键时期, 机体通过细胞、分子、生物化学等水平的适应有能力对不利于正常发育的环境条件做出适应以维持生存, 这种对营养性应激或刺激的早期适应将持续改变机体的生理和代谢, 即使撤消这些应激或刺激, 其影响仍然持续存在到远期, 这一过程被称为代谢程序化<sup>[9-11]</sup>。基于代谢程序化和生长补偿的理论, 本研究以地方品种安康红肉鸡为试验对象, 探讨早期(1~21 日龄)营养限制(降低给料时间)对肉鸡生长性能

和上市胴体品质的影响, 以期进一步评定限饲在肉鸡生产中的地位与作用, 为其在肉鸡生产中的广泛应用提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验动物

安康红肉鸡

### 1.2 试验地点

浙江拳王饲料公司试验牧场

### 1.3 试验饲料

参照 NRC<sup>[12]</sup> 肉鸡营养需要配制全价颗粒配合饲料, 配方及营养成分见表 1。

### 1.4 饲养试验

选择健康、体重相近的 1 日龄安康红肉用公母混合雏鸡 600 羽, 初始重( $37.01 \pm 0.54$ ) g, 按饲养试验要求随机分成 2 个组(对照组与试验组), 每个组 300 羽(含 3 个重复, 每个重复 100 羽)。饲养试验分 3 个阶段: 1~21、22~42 和 43~63 日龄。试验组 1~21 日龄每日 10:00~14:00 实施限饲(不给料), 22~63 日龄恢复自由采食, 对照组全期自由采食。所有试验鸡自由饮水、24 h 光照, 进行为期 63 d 的饲养试验, 饲养管理按常规程序进行。每天观察

收稿日期: 2007-01-05

基金项目: 国家“973”项目(2004CB117505)资助

作者简介: 占秀安(1967-), 男, 籍贯浙江, 博士, 副研究员, 主要从事动物营养与肉质改良研究。E-mail: xazan@zju.edu.cn

鸡群采食以及健康情况,记录耗料量、死亡鸡数目及其体重。在每个饲养阶段结束时,对全群分组重复称重、计算日增重、耗料量及料重比。

1.5 补偿生长指数的计算

根据文献<sup>[13]</sup>,补偿生长指数(CGI) = (A - B) / A,式中,A 代表正常生长模式下该日龄体重 - 限饲结束后体重;B 代表正常生长模式下该日龄体重 - 补偿结束后体重。

1.6 屠宰试验

限饲结束(21 日龄)和饲养试验结束(63 日龄)后,每个组的每个重复分别选择母鸡 8 羽(共 96 羽)进行屠宰试验与取样分析。屠宰测定方法参照国家

科技攻关课题组著《优质黄羽肉鸡品系选育和配套研究》论文集提出的方法<sup>[14]</sup>。

1.7 胸肌生化指标测定

参照中华人民共和国国家标准(GB6432-6439-86)方法测定肌肉中粗蛋白质和粗脂肪含量。参照 Kim 等<sup>[15]</sup>方法测定肌肉中胆固醇含量。

1.8 数据统计与处理

所有数据均采用 SAS 6.04 软件中 GLM 法,按单因子完全随机设计对各项数据进行 F 值方差分析,并用 LSD 法进行平均数间的差异显著性检验,参照通常采用的显著水平 0.05 作为各项结果的差异显著性判断水准。

表 1 试验饲料组成及营养水平(风干基础)  
Table 1 Composition and nutrient level of diets (air-dry basis, %)

原料 Ingredients	1 ~ 21 d	22 ~ 42 d	43 ~ 63 d
玉米 Corn	57	60	65
豆粕 Soybean meal	26	24	18.5
玉米蛋白粉 Corn gluten meal	6	6	7
次粉 Middlings	4	4	4
大豆油 Soy oil	1	1	1.5
鱼粉 Fish meal	2	1	0
食盐 NaCl	0.3	0.3	0.3
磷酸氢钙 CaHPO <sub>4</sub>	1.5	1.5	1.5
石粉 Limestone	1.2	1.2	1.2
合计 Total	100.0	100.0	100.0
预混料 Premix <sup>1)</sup>	1.0	1.0	1.0
营养水平 Nutrient levels <sup>2)</sup>			
干物质 DM	87.75	87.61	87.55
代谢能 ME (MJ/kg)	12.43	12.51	12.84
粗蛋白质 CP	21.39	19.58	18.15
粗脂肪 EE	4.06	4.05	4.64
钙 Ca	0.93	0.85	0.83
总磷 TP	0.66	0.61	0.59
赖氨酸 Lys	1.12	1.02	0.87
蛋氨酸 Met	0.54	0.40	0.34
胱氨酸 Cys	0.37	0.36	0.33

<sup>1)</sup> 预混料为每 kg 饲料提供 The premix provides following for a kilogram of diets:铁 Fe 80 mg;铜 Cu 8 mg;锰 Mn 60 mg;锌 Zn 40 mg;碘 I 0.35 mg;硒 Se 0.15 mg;VA 11 000 IU;VD<sub>3</sub> 2 200 IU;VE 22 mg;VK<sub>3</sub> 3.7 mg;VB<sub>1</sub> 2.2 mg;VB<sub>2</sub> 6.6 mg;VB<sub>6</sub> 4.5 mg;VB<sub>12</sub> 0.02 mg;烟酸 Nicotinic acid 44 mg;泛酸钙 Calcium pantothenate 13.5 mg;叶酸 Folic acid 1.1 mg;生物素 Biotin 0.13 mg。

<sup>2)</sup> 除 ME 为计算值外,其余均为实测值。Values were determined by feed analysis except ME.

2 结 果

2.1 早期限饲对肉鸡生长性能的影响

由表 2 可见,1 ~ 21 日龄每日限饲 4 h,试验组

肉鸡采食量比对照组降低了 12.59 % (P < 0.01),恢复自由采食后 22 ~ 42 日龄采食量有所上升 (P > 0.05),而 43 ~ 63 日龄又有所降低 (P > 0.05)。21 日龄肉鸡体重降低了 13.33 % (P < 0.01),生长明显

受阻,而 21~42 及 43~63 日龄出现持续补偿生长,43 和 63 日龄体重与对照组差异不显著 ( $P>0.05$ )。试验组肉鸡 21 日龄失重在 42 和 63 日龄时分别获得了 80.72 %和 86.12 %的补偿生长(42 日龄  $CGI = [13.33 - 2.57]/13.33 = 80.72\%$ ; 63 日龄

$CGI = [13.33 - 1.85]/13.33 = 86.12\%$ )。1~21 日龄平均日增重降低了 14.61 % ( $P<0.01$ ),其他阶段差异不明显 ( $P>0.05$ )。各阶段料重比差异不显著 ( $P>0.05$ )。

表 2 早期限饲对肉鸡生长性能和饲料利用的影响

Table 2 Effects of early nutrition restriction on growth performance and feed utilization in broilers

项目 Items	日龄 Day	对照组 Control group	试验组 Trial group
平均体重 ABW (g)	1	36.76 ±0.55	37.27 ±0.48
	21	459.54 ±4.73	398.28 ±13.55 **
	42	1467.79 ±3.48	1430.05 ±14.08
	63	2294.02 ±134.32	2251.64 ±99.53
平均日采食量 ADFI (g)	1~21	34.29 ±0.44	29.98 ±0.15 **
	22~42	102.47 ±4.43	104.91 ±3.20
	43~63	137.90 ±10.39	132.63 ±12.66
	1~42	67.98 ±2.09	67.05 ±1.54
	22~63	118.80 ±5.34	118.79 ±7.14
	1~63	89.72 ±3.42	88.40 ±4.65
平均日增重 ADG (g)	1~21	20.13 ±0.22	17.19 ±0.65 **
	22~42	48.08 ±3.38	49.06 ±2.64
	43~63	39.34 ±3.26	39.12 ±3.10
	1~42	34.07 ±1.70	33.16 ±1.38
	22~63	43.71 ±3.29	44.09 ±2.50
	1~63	35.83 ±2.12	35.15 ±1.57
料重比 F/G	1~21	1.70 ±0.01	1.75 ±0.07
	22~42	2.13 ±0.06	2.14 ±0.05
	43~63	3.51 ±0.23	3.39 ±0.08
	1~42	2.00 ±0.04	2.02 ±0.04
	22~63	2.72 ±0.10	2.69 ±0.02

\* 差异显著 ( $P<0.05$ ); \*\* 差异极显著 ( $P<0.01$ )。下同。

\* indicated significant difference ( $P<0.05$ ); \*\* indicated significant difference ( $P<0.01$ ). The same as below.

2.2 早期限饲对肉鸡胴体组成和内脏器官重量的影响

2.2.1 胴体组成

由表 3 可知,试验组 21 日龄肉鸡全净膛率、半净膛率、胸肌率、腹脂率和皮下脂肪评分值分别比对照组下降了 2.42 % ( $P<0.05$ )、2.25 % ( $P<0.05$ )、9.54 % ( $P<0.01$ )、9.23 % ( $P<0.05$ )和 15.38 % ( $P<0.05$ ),而腿肌率增高了 23.78 % ( $P<0.01$ ),肌间脂肪评分值差异不显著 ( $P>0.05$ )。早期限饲对肉鸡上市(63 日龄)胴体组成也产生了显著影响,腹脂率和腿肌率分别升高了 14.14 % ( $P<0.05$ )和 4.93 % ( $P<0.05$ ),而全净膛率、半净膛率、胸肌率、肌间脂肪和皮下脂肪评分值均呈补偿提高趋势,但

差异不显著 ( $P>0.05$ )。

2.2.2 内脏器官重量

由表 4 可见,与对照组相比,试验组 21 日龄肉鸡胃重率提高了 17.89 % ( $P<0.01$ ),肝重率和心重率均呈降低趋势,但差异不明显 ( $P>0.05$ );试验组 63 日龄肉鸡的心脏、肝脏和胃的重量均未呈现显著变化 ( $P>0.05$ )。

2.3 早期限饲对肉鸡肉质的影响

由表 5 可知,与对照组比,试验组 21 日龄肉鸡胸肌中粗脂肪含量增加了 20.61 % ( $P<0.01$ ),而粗蛋白质含量略有降低 ( $P>0.05$ );63 日龄肉鸡胸肌中粗脂肪含量降低了 15.10 % ( $P<0.01$ ),而粗蛋白质含量却增加了 1.21 % ( $P<0.05$ )。此外,胆固醇

含量均呈增加趋势,但未呈显著变化( $P>0.05$ )。

表 3 早期限饲对 21 和 63 日龄肉用母鸡胴体组成的影响

Table 3 Effect of early nutrition restriction on carcass composition in female broilers on day 21 and day 63

项目 Items	21 日龄 21 d		63 日龄 63 d	
	对照组 Control group	试验组 Trial group	对照组 Control group	试验组 Trial group
全净膛率 PEC (%)	72.36 ±2.54	70.61 ±2.07 *	75.32 ±1.43	75.41 ±1.86
半净膛率 PPEC (%)	80.48 ±2.19	78.66 ±1.74 *	82.53 ±1.33	83.09 ±1.43
胸肌率 PBM (%)	9.67 ±1.04	8.75 ±0.71 **	12.30 ±1.25	12.42 ±1.16
腿肌率 PLM (%)	12.39 ±3.32	15.34 ±1.48 **	18.56 ±1.89	19.48 ±0.87 *
腹脂率 PAF (%)	1.06 ±0.17	0.96 ±0.14 *	3.50 ±0.58	3.99 ±0.97 *
肌间脂肪评分 IMFS	1.83 ±0.56	1.83 ±0.38	2.88 ±0.34	2.96 ±0.20
皮下脂肪评分 SFS	2.17 ±0.56	1.83 ±0.56 *	2.96 ±0.20	3.00 ±0.00

PEC = Percentage of eviscerated carcass weight to living weight; PPEC = Percentage of partly eviscerated carcass weight to living weight; PBM = Percentage of breast muscle weight to living weight; PLM = Percentage of leg muscle weight to living weight; PDAF = Percentage of abdominal fat weight to living weight; IMFS = Intermuscular fat score; SFS = Subcutaneous fat score.

表 4 早期限饲对 21 和 63 日龄肉用母鸡内脏器官重量的影响

Table 4 Effects of early nutrition restriction on selected viscera weight in female broilers on day 21 and day 63 (%)

项目 Items	21 日龄 21 d		63 日龄 63 d	
	对照组 Control group	试验组 Trial group	对照组 Control group	试验组 Trial group
心重率 PH	0.81 ±0.07	0.79 ±0.12	0.45 ±0.07	0.44 ±0.04
肝重率 PL	3.32 ±0.60	3.17 ±0.50	1.78 ±0.15	1.79 ±0.15
胃重率 PS	2.81 ±0.33	3.32 ±0.36 **	1.48 ±0.20	1.46 ±0.19

PH = Percentage of heart weight to living weight; PL = Percentage of liver weight to living weight; PS = Percentage of stomach weight to living weight.

表 5 早期限饲对 21 和 63 日龄肉用母鸡胸肌中粗蛋白质、粗脂肪和胆固醇含量的影响

Table 5 Effects of early nutrition restriction on crude protein, ester extract and cholesterol contents in breast muscle of female broilers on day 21 and day 63

项目 Items	21 日龄 21 d		63 日龄 63 d	
	对照组 Control group	试验组 Trial group	对照组 Control group	试验组 Trial group
粗蛋白质 CP (%)	86.49 ±1.20	86.17 ±1.94	86.55 ±2.26	87.60 ±1.03 *
粗脂肪 EE (%)	3.84 ±0.43	4.63 ±0.37 **	5.68 ±1.02	4.82 ±0.35 **
胆固醇 Cholesterol (mg/g)	0.48 ±0.04	0.51 ±0.10	0.62 ±0.10	0.66 ±0.10

CP 和 EE 均按照干物质计算。CP and EE were calculated on DM basis.

3 讨 论

3.1 早期限饲对生长性能的影响

动物在解除营养限制后会补偿营养限制阶段失去的体重<sup>[13-20]</sup>,试验组肉鸡在 42 日龄和 63 日龄分别获得了 80 %和 86 %的补偿效应,属于部分补偿生长<sup>[21-22]</sup>。虽然限饲降低了肉鸡 21 日龄体重和饲料消耗,但对各阶段饲料转化效率的影响不明显,这是因为限饲期间肉鸡的采食量、基础代谢率均较自由

采食组低,但恢复自由采食后,为了获得生理上的补偿生长,限饲肉鸡的相对采食量较高<sup>[23]</sup>,这与本试验中 21 ~ 42 日龄采食量呈上升趋势一致。

3.2 早期限饲对胴体组成的影响

肉鸡脂肪沉积规律是生长早期以脂肪细胞数量增加为主,后期以脂肪细胞体积增大为主,早期脂肪沉积会明显影响后期的体脂含量<sup>[24]</sup>。目前关于早期限饲对腹脂沉积影响的研究结论多不一致<sup>[6,19,23,25-29]</sup>。本研究表明,试验组肉鸡 21 日龄腹

脂率显著降低,而 63 日龄却显著上升,支持营养限制导致肉鸡后期腹脂沉积增加的结论。限饲期间腹脂及皮下脂肪沉积下降可能是因为采食量不足使机体发生适应而降低基础代谢率<sup>[21]</sup>,同时动用体脂供能的结果。营养恢复期间,由于采食充分,快速补偿了前期机体的消耗,而降低的基础代谢率还会持续一段时间,导致体脂快速沉积。本试验采用低强度长时间限饲,可能未影响脂肪细胞早期数量的增殖,营养恢复后脂质快速沉积,使脂肪细胞体积和重量增大。

本研究发现,试验组肉鸡在 21 日龄降低的胸肌率获得了补偿生长且腿肌率均持续增高。限饲对组织的影响取决于不同组织的代谢活性,代谢活跃的组织(如肝脏、小肠)失重明显,早成熟的组织(如腿)较少受限饲影响<sup>[13]</sup>。限饲可能对腿肌和胸肌产生了不同的代谢程序化作用,导致其最终在沉积比率上的差异<sup>[5,9,30]</sup>。Geraert 等<sup>[31]</sup>报道,胸肌通过糖的酵解供能,而腿肌则是利用脂肪酸作为主要的能量来源,营养限制条件下,机体可能发生营养重新分配,从而导致其生长发育的不同程序化,具体机制还有待深入研究。

### 3.3 早期限饲对内脏器官的影响

试验组 21 日龄肉鸡胃重率显著上升,而到 63 日龄时与对照组差异不显著,这与 Susbilla 等<sup>[32]</sup>报道结果一致。在动物发育早期营养受限时,消化道发挥代偿作用,提高动物对有限的营养素的利用效率<sup>[16]</sup>。Zubair 等<sup>[25]</sup>和安永义<sup>[33]</sup>研究发现,早期限饲会使肉鸡嗉囊、胃、胰和肝脏等消化器官在恢复阶段功能加强,有助于提高饲料摄入量和加强补偿生长作用。因此,试验组肉鸡限饲期间胃重量增加提示其消化、吸收机能高于对照组水平,这可能是其后期采食量上升并获得生长补偿的重要原因。本研究还发现前期呈降低趋势的肝脏比率在后期补偿性回升,可能与机体的补偿生长和对后期产生代谢程序化影响有关。

### 3.4 肉质

关于营养限制对肉质影响的研究鲜见报道。本研究发现,试验组肉鸡 21 日龄胸肌率降低而胸肌粗脂肪含量显著增加,可能是限饲加强脂肪动员,能量重分配的结果,肌肉脂肪含量提高,对改善胸肌肉风味有益;限饲减少胸肌中的蛋白合成可能是胸肌率下降的原因。63 日龄试验组肉鸡胸肌粗脂肪含量显著降低而粗蛋白质含量显著增加,营养限制趋于

增加补偿阶段胸肌蛋白的沉积。

### 3.5 早期限饲对营养重分配的影响

动物体内能量和蛋白沉积具有组织特异性,营养限制对不同组织影响强度不同(内脏 > 脂肪组织 > 肌肉)。限饲到恢复自由采食发生补偿生长有一个适应阶段,这个适应阶段会维持较低的代谢率<sup>[21]</sup>,这意味着相对较高比例的能量和蛋白被用于生长,饲料摄入增加有利于满足补偿生长对营养的需求,这时组织沉积的主要是肌肉和蛋白质。在补偿生长后期,脂肪沉积占主导地位,这往往使补偿生长的动物变得较肥。最终的体组成取决于发生补偿生长持续的时间<sup>[12]</sup>。试验组肉鸡 21 日龄降低的胸肌率在 63 日龄得到了补偿生长,腿肌率在 21 和 63 日龄均高于对照组,但腹脂沉积也在增加,可能由于补偿时间过长,提高了腹脂率。因此,从提高经济效益角度出发,笔者认为提早上市日龄更有利于减少腹脂沉积,而肌肉沉积此时受到的影响可能比较小。

## 4 结 论

肉鸡早期低强度(12.59%限饲量)长时间(1~21 日龄)的连续限饲方案,能使肉鸡后期生长得到补偿,对上市体重和饲料转化效率均未产生显著影响。

该限饲方案对肉鸡具有代谢程序化和营养重分配作用,改变上市肉用母鸡(63 日龄)的胴体品质,显著提高腿肌重量而不影响胸肌重量,提高胸肌蛋白质含量而降低脂肪含量,增加腹脂沉积。

### 参考文献:

- [1] 齐广海,霍启光.肉用仔鸡营养与饲养研究进展.动物营养研究进展.中国畜牧兽医学会,动物营养学会.北京:中国农业科学出版社,1996.53-83.
- [2] Bruno L P. Influence of early quantitative food restriction on long bone growth at different environmental temperatures in broiler chickens. British Poultry Science, 2000, 41: 389-394.
- [3] Jones G. Manipulation of origin growth by early life feed restriction: its influence on the development of ascites in broiler chickens. British Poultry Science, 1995, 36: 135-142.
- [4] Wilson P N, Osbourn D E. Compensatory growth after under nutrition in mammals and birds. Biological Reviews, 1960, 35: 325-363.
- [5] Santoso U. Effects of early feed restriction on growth, fat accumulation and meat composition in unsexed

- broiler chickens. *Animal Science*, 2001, 14 (11): 1585 - 1591.
- [ 6 ] Lippens M, Room G, Grootw G D. Early and temporary quantitative food restriction of broiler chickens. Effects on performance characteristics, mortality and meat quality. *British Poultry Science*, 2000, 41: 343 - 354.
- [ 7 ] Leeson S, Summers J D. *Commercial Poultry Nutrition*. University Books, Canada, Guelph, Ontario, 1997, 212 - 222.
- [ 8 ] Fontana E A, Wearer W D. Early feed restriction of broilers: effects on abdominal fat pad, liver and gizzard weights, fat deposition and carcass composition. *Poultry Science*, 1993, 72: 243 - 250.
- [ 9 ] Lucas A. Programming by early nutrition in man. In: Bock G R, Whenlan J, eds. *The childhood environment and adult disease*. Chichester: wiley, 1991. 38 - 55 (CIBA Foundation Symposium).
- [ 10 ] Ozanne S E. Metabolic programming in animals. *British Medical Bulletin*, 2001, 60: 143 - 153.
- [ 11 ] Ryder E. Metabolic programming. *Journal of Clinical Investigation*, 2003, 44(1): 1 - 4.
- [ 12 ] National research Council. *Nutrition Requirements of Poultry*, 9<sup>th</sup>. Revised edi. National Academy press, Washington, D. C. 1994.
- [ 13 ] Hornick J L, Eenaeme V C. Mechanisms of reduced nutrition and compensatory growth. *Domestic Animal Endocrinology*, 2000, 19: 121 - 132.
- [ 14 ] 中国农业科学院畜牧研究所主编. 优质黄羽肉鸡品系选育和配套研究论文集. 北京: 中国农业科技出版社, 1995. 287 - 290.
- [ 15 ] Kim H D, Okabe S, Miwa A, Kuriu T, Okado H. Continual remodeling of postsynaptic density and its regulation by synaptic activity. *Nature Neurosci*, 1999, 2(9): 804 - 811.
- [ 16 ] Nir I, Nitsan Z. Metabolic and an atomical adaptation of light bodied chicks to intermitent feeding. *British Poultry Science*, 1979, 20: 61 - 71.
- [ 17 ] Pinheiro D F, Cruz V C, Sartori J R, Pezzato A C, Carrijo A S, Silva M D P. Effects of early feed restriction and enzyme supplementation on digestive enzyme activities in broilers. *Poultry Science*, 2004, 83: 1544 - 1550.
- [ 18 ] Whitehead C C. Nutrition and poultry welfare. *Worlds of Poultry Science*, 2002, 58(3): 349 - 356.
- [ 19 ] 牛竹叶, 刘福柱, 刘志芳, 陈新科. 早期限饲对肉仔鸡生产性能与肥度的影响. *西北农林科技大学学报 (自然科学版)*, 2001, 29(4): 21 - 23.
- [ 20 ] Santoso U. Effects of early feed restriction on growth, fat accumulation and meat composition in unsexed broiler chickens. *Animal Science*, 2001, 14 (11): 1585 - 1591.
- [ 21 ] 卢德勋. 系统动物营养学导论. 北京: 中国农业出版社, 2004. 111 - 113.
- [ 22 ] Camacho M A. Effect of age of feed restriction and microelement supplementation to control ascites on production and carcass characteristics of broilers. *Poultry Science*, 2004, 83: 526 - 532.
- [ 23 ] Summers J D, Sprat D, Atkinsonm J L. Restricted feeding and compensatory growth for broilers. *Poultry Science*, 1990, 69: 278 - 289.
- [ 24 ] Wilson P N, Osbourn D E. Compensatory growth after under nutrition in mammals and birds. *Biological Review*, 1960, 35: 325 - 363.
- [ 25 ] Zubair A K, Leeson S. Changes in body composition and adipocyte cellularity of male broilers subjected to varying degrees of early life feed restriction. *Poultry Science*, 1996, 75: 719 - 728.
- [ 26 ] Santoso U. Effects of early feed restriction on breast and leg meat composition and plasma lipid concentration in unsexed broiler chickens reared in cages. *Animal Science*, 2002, 15(10): 1475 - 1481.
- [ 27 ] Giachetto P F, Guerreiro E N, Ferro J A. Performance and hormonal profile in broiler chickens fed with different energy levels during post restriction period. *Pee agropec bras Brasilia*, 2003, 38 (6): 697 - 702.
- [ 28 ] Rossi J E, Loerch S C. Effects of duration of feed restriction on compensatory growth of Leghorn cockerels. *Applied Animal Research*, 2002, 22 (2): 273 - 280.
- [ 29 ] Yu M W, Robinson F E. Growth and body composition of broiler chickens in response to different regimes of feed restriction. *Poultry Science*, 1990, 69: 2074 - 2081.
- [ 30 ] Night D, Dibner J. *Nutritional Programming in Hatching Poultry: Why a Good Start Is Important*. *Poultry Digest*, 1998, 57(4): 65 - 69.
- [ 31 ] Geraert P A, Padilha J C F, Guillaumin S. Chronic heat exposure enhances fat deposition and modifies muscle and fat partition in broiler carcass. *British Poultry Science*, 1996, 75: 505 - 513.
- [ 32 ] Susbilla J, Frankel T L, Parkinson G. Weight of internal organs and Carcass yield of early food restricted broilers. *British Poultry Science*, 1994, 35 (5): 677 - 685.
- [ 33 ] 安永义. 肉雏鸡消化道酶发育规律及外源酶添加效应的研究. 博士学位论文. 北京: 中国农业大学, 1997.

## Effects of Early Nutrition Restriction on Growth Performance and Carcass Quality in Broilers

ZHAN Xiu-an KE Lian-kun REN He

( Feed Science Institute, College of Animal Science, Zhejiang University, Hangzhou 310029, China )

**Abstract :** The trial was conducted to evaluate the effects of early nutrition restriction on growth performance and carcass quality and to approach its mechanism in broilers. A total of 600 broilers ( Aconred ) were randomly allocated into two treatments (ad libitum group (ALG) and nutrition-restricted group (NRG) ) by weight and sex, each of which was triplicated with 100 chicken per replicate. Broilers kept in cages and received commercial diets for 63 days including three stages (0 ~ 21, 22 ~ 42, 43 ~ 63 day of age). From 1 to 21 day of age, the feed of NRG was deprived for 4 hours (10:00 ~ 14:00) per day to restrict the feed intake, while the feed of ALG was given ad libitum. In other stages, the broilers of both groups could access to the feed ad libitum. Adequate water and 24 hours light provided. The growth performance, carcass composition and meat quality of female broilers were determined on day 21 and day 63. The results showed that the low intensity (12.59 % feed quantity restriction) and long time (1 ~ 21 d) nutrition restriction could induce posterior growth compensatory, and have no influence on the body weight and feed gain ratio on day 63. The nutrition restriction changed the carcass quality of broilers on day 21 and day 63. The leg muscle weight and CP content of breast muscle were increased, and EE content of breast muscle was decreased. However, the sediment of abdominal fat was increased. In conclusion, early nutrition restriction could induce nutrition re-distribution and metabolic programming, change carcass quality in broilers. [ Chinese Journal of Animal Nutrition, 2007, 19(5) : 521-527 ]

**Key words :** Nutrition restriction; Growth performance ; Compensatory growth; Carcass quality; Metabolic programming; Nutrition re-distribution