

# 生长早期的不同阶段和日粮蛋白质水平对肉鸡补偿性生长的影响

曹兵海 闵于明 袁建敏 聂伟

(中国农业大学动物科技学院)

**摘要** 研究了肉鸡在生长早期的不同阶段(第 1, 2, 3 周)采食不同蛋白质水平的日粮(CP22%, 20%, 18% 以及 16%)时的补偿性生长效果。限饲低蛋白质日粮会降低限饲当周的饲料采食量和体增重, 但不影响试验全期的生长、饲料效率及净膛率。当在第 3 周限饲蛋白质水平 16% 的日粮时, 获得了明显的补偿性生长的效果, 其结果是改善了料重比。结果表明, 在孵化后第 1~ 3 周的任何一周投喂蛋白质水平在 16% 以上的低蛋白质饲料都可以引起肉鸡的补偿性生长。

**关键词** 肉鸡; 补偿性生长; 蛋白质水平; 早期生长阶段

**中图分类号** S831.4; S831.5

## Effects of Stages in the Early Growth and Dietary Protein Level on Compensatory Growth in Broiler Chicks

Cao Binghai Guo Yuming Yuan Jianmin Nie Wei

(College of Animal Science and Technology, CAU)

**Abstract** The study was conducted to study the compensatory growth of broilers fed different protein level diets (CP22%, 20%, 18% and 16%) at different stages (week 1 or 2 or 3) in the early growth. The feed intake and body weight gain were reduced in the corresponding experiment week, but the body weight gain, feed efficiency and net carcass rate were not influenced during the for whole experiment period (0~ 56 d) by lower protein diets. The remarkable compensatory growth (improved feed conversion) was achieved with the diet of at protein level of 16% at week 3. It is concluded that at any stage of week 1~ 3, the lower protein diet would result in the compensatory growth of broiler chicks when the dietary protein level is 16% or above.

**Key words** broiler; compensatory growth; protein level; early growth stage

补偿性生长是在动物生产中经常利用的方法。其原理就是在动物的早期生长阶段有目的地造成某种营养素的缺乏, 其后, 在动物能自由采食这种营养素时, 提高饲料利用率或加快生长速度。

补偿性生长多用于经济生长周期比较长的肉牛生产。经济生长周期很短的商品肉鸡, 利用补偿性生长原理进行生产的报道在国内外并不多见。这可能受 2 方面因素的限制所致: 第一是

收稿日期: 2001-04-02

高校博士点专项科研基金资助项目

曹兵海, 北京圆明园西路 2 号中国农业大学(西校区), 100094



肉鸡生产周期短,对饲料变化敏感,容易产生应激效应及因群养不好控制养分摄食量等;第二是造成补偿性生长的条件没有固定的模式,同一饲喂条件下,有时出现补偿性生长,有时则不出现补偿性生长<sup>[1, 2]</sup>。但篇数不多的研究报道<sup>[3]</sup>,采取限制代谢能进食量的方法可获得肉鸡的补偿性生长,其效果是改善饲料效率。

用于诱发补偿性生长的方法中,限制饲喂是比较有效的方法之一,实施方式有绝食、隔日绝食、减量、降低某种营养素含量等。这种方法现在普遍被用于种鸡的饲养上,在防止生长过快、沉积脂肪的同时,可以提高饲料利用率、鸡群整齐度以及产蛋率和受精率。

对于商品肉鸡,虽然没有科学根据,考虑到生产周期短、生长快、群养、对营养素及其摄食量敏感等特点,采取在孵化后的前3周内的某一段时间通过自由采食降低了某种营养素浓度的日粮这种方式似乎妥当。但在哪个生长阶段限饲、限饲水平到什么程度时的效果好、限饲哪个营养素会出现什么结果等问题,有待于比较细致的研究。

首先以增重、饲料利用率、生产性能、胴体产量为指标研究了肉鸡在生长早期的不同阶段(第1, 2, 3周)供给不同蛋白质水平的日粮(CP22%, 20%, 18% 以及 16%)时的补偿性生长效果。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验动物

试验使用了300只1日龄体重为41g的艾维茵商品代肉鸡,对照组3个重复,各重复配置10只肉鸡,在孵化后的1~3周自由采食蛋白质水平为22%的对照饲料。另9个组按3×3因子安排,即3个蛋白质水平(20%, 18%, 16%)和3个限饲阶段(第1, 2, 3周),每组3个重复,各重复配置10只肉鸡,公母混合饲养。

### 1.2 饲料

饲料的组成见表1。以玉米、豆粕为主原料,配制了代谢能均为12.33 kJ·g<sup>-1</sup>、粗蛋白质含量分别为22%, 20%, 18%, 16%的4种饲料,把粗蛋白质含量22%的饲料作为对照饲料。在限饲阶段结束后的4~6周龄以及7~8周龄,供给蛋白质及代谢能分别为19.37%, 13.00 kJ·g<sup>-1</sup>以及18.03%, 13.17 kJ·g<sup>-1</sup>的标准饲料,这2种饲料的矿物质、维生素水平高于NRC<sup>[4]</sup>的推荐值,氨基酸水平与NRC<sup>[4]</sup>相同。

表1 试验饲料的组成 w / %, 第1~3周

组 成	饲料蛋白质水平 w / %			
	对照	20	18	16
玉米	52.50	58.50	66.20	72.20
豆粕	40.80	35.70	29.10	23.90
豆油	3.00	2.10	0.95	0.00
蛋氨酸(98%)	0.18	0.16	0.13	0.12
赖氨酸(75%)	0.00	0.00	0.05	0.06
CaHPO <sub>3</sub>	1.80	1.80	1.80	1.80
石粉	1.00	1.00	1.00	1.00
食盐	0.35	0.15	0.35	0.35
氯化胆碱(50%)	0.10	0.10	0.10	0.10
复合微量元素	0.30	0.30	0.30	0.30
复合维生素	0.02	0.02	0.02	0.02
代谢能/kJ·g <sup>-1</sup>	12.33	12.33	12.33	12.33
粗蛋白质	22.00	20.00	18.00	16.00
钙	0.97	0.96	0.96	0.95
有效磷	0.43	0.43	0.42	0.43
蛋氨酸	0.49	0.49	0.49	0.48
赖氨酸	1.26	1.26	1.26	1.26

每 kg 日粮提供复合微量元素: Cu 8.00 mg, Fe 80.00 mg, Zn 75.00 mg, Mn 100.00 mg, Se 0.30 mg, I 0.35 mg。

每 kg 日粮提供复合维生素: VA 10.8 kIU, VD<sub>3</sub> 2.16 kIU, VE 3.6 IU, VK<sub>3</sub> 0.1 mg, 叶酸 7.0 mg, D-泛酸钙 5.0 mg, VB<sub>2</sub> 3.0 mg, VB<sub>1</sub> 0.4 mg, VB<sub>12</sub> 0.006 mg。

### 1.3 饲喂方法

接受限饲的鸡, 在第 1~3 周龄只有 1 周的时间采食一种试验饲料, 其他 2 周均自由采食与对照组同样的饲料。在 4~6 以及 7~8 周龄所有鸡自由采食相应的标准饲料。整个试验期间自由饮水。56 日龄结束试验。

试验结束时, 从各组随机抽取母鸡 7 只, 称重后颈部放血屠宰。脱毛, 去头并去掉跗关节以下的腿部、内脏、腹膜脂肪, 把剩下部分作为净胴体。另外收集腹膜脂肪和附着在肌胃上的脂肪, 作为腹腔脂肪。

### 1.4 记录项目

饲养期间, 记录各周龄的体重和饲料采食量, 称量净胴体重量和腹腔脂肪的重量。

### 1.5 统计分析

对试验结果采用 Tukey 的复级差法进行方差分析后, 利用 Excel 统计 97<sup>[5]</sup> 检验平均值间差异的显著性。

## 2 结果

从生长早期的不同阶段供给不同蛋白质水平的饲料对限饲当周的饲料采食量及体增重的影响(表 2)来看, 限饲当周的饲料采食量随蛋白质水平的降低趋于减少, 其中在第 1 周当蛋白质水平降到 18% 和 16% 时, 与对照组有显著差异( $P < 0.05$ )。体增重在限饲当周随蛋白质水平的降低趋于减少, 其中在第 3 周, 当蛋白质水平为 16% 时, 显著少于对照组( $P < 0.05$ )。

表 2 限饲当周的饲料采食量和体增重

*m/g*

限饲阶段	项 目	饲料蛋白质水平 <i>w</i> /%			
		22	20	18	16
第 1 周	采食量	106.81 ± 8.79 b	94.67 ± 9.98 ab	93.50 ± 1.53 a	93.33 ± 5.73 a
	体增重	59.50 ± 2.68	59.67 ± 6.18	59.00 ± 2.83	59.00 ± 1.63
第 2 周	采食量	294.01 ± 18.26	289.26 ± 20.57	287.94 ± 18.6	286.30 ± 11.56
	体增重	158.17 ± 6.98	157.33 ± 6.80	154.67 ± 6.18	154.00 ± 10.24
第 3 周	采食量	478.67 ± 55.50	475.31 ± 17.77	471.30 ± 23.44	472.87 ± 1.67
	体增重	304.57 ± 19.50 b	282.35 ± 32.26 ab	276.67 ± 15.04 ab	273.41 ± 5.46 a

注: 同行不同字母之间有显著差异( $P < 0.05$ )。

生长早期的不同阶段供给不同蛋白质水平的饲料对试验全期饲料采食量、体增重以及料重比的影响见表 3。全期的饲料采食量在任何限饲周的不同蛋白质水平之间, 以及同一蛋白质水平的不同限饲周之间没有显著变化。关于体增重, 在第 1 周没有受到降低蛋白质水平的影响; 在第 2 周降低蛋白质水平提高体增重 60 g 以上, 其中, 当把蛋白质水平降低到 20%, 18% 时与对照组有显著差异( $P < 0.05$ ); 第 3 周与第 2 周同样, 降低蛋白质水平有提高体增重的趋势, 特别是饲喂蛋白质 16% 的饲料比对照组显著提高体增重 120 g ( $P < 0.05$ )。饲喂蛋白质水平为 20% 或 18% 的日粮时, 不同的限饲阶段没有引起体增重的显著变化, 但饲喂蛋白质水平 16% 的日粮时, 体增重随限饲阶段的推移而增加, 在第 3 周限饲比第 1 周多增重 5% 以上 (130 g) ( $P < 0.05$ )。至于料重比, 在第 1, 2 周降低蛋白质的水平对料重比没有显著影响, 但在

第3周饲喂蛋白质含量为16%的饲料时,料重比比对照组得到了明显的改善( $P < 0.05$ )。

表3 全期采食量、体增重及料重比

限饲阶段	项目	饲料蛋白质水平 $w$ /%			
		22	20	18	16
第1周	采食量/kg	5.93 ± 0.16	5.75 ± 0.12	5.91 ± 0.21	5.95 ± 0.24
	体增重/kg	2.54 ± 0.01	2.51 ± 0.08	2.60 ± 0.10	2.53 ± 0.02 A
	料重比	2.34 ± 0.06	2.29 ± 0.06	2.32 ± 0.04	2.35 ± 0.11
第2周	采食量/kg	5.93 ± 0.16	6.13 ± 0.09	6.10 ± 0.15	6.10 ± 0.14
	体增重/kg	2.54 ± 0.01 a	2.62 ± 0.05 b	2.60 ± 0.06 b	2.60 ± 0.21 abAB
	料重比	2.34 ± 0.06	2.34 ± 0.06	2.31 ± 0.05	2.36 ± 0.14
第3周	采食量/kg	5.93 ± 0.16	5.90 ± 0.23	6.02 ± 0.21	5.79 ± 0.13
	体增重/kg	2.54 ± 0.01 a	2.57 ± 0.04 ab	2.57 ± 0.04 ab	2.66 ± 0.04 bB
	料重比	2.34 ± 0.06 b	2.27 ± 0.09 ab	2.34 ± 0.09 b	2.18 ± 0.08 a

注:同行 $a, b$ 或同列A、B之间有显著差异( $P < 0.05$ )。

生长早期的不同阶段供给不同蛋白质水平的饲料对母鸡活重、净膛重、净膛率以及腹腔脂肪重量的影响见表4。屠宰时母鸡的活重和净膛重没有受到蛋白质水平和限饲阶段的显著影响,但只要降低蛋白质水平,活重和净膛重就有增加的趋势。然而净膛率在不同蛋白质水平以及不同限饲阶段没有显著变化,变化范围为53%~55%。腹腔脂肪的重量没有因为降低蛋白质水平或限饲阶段的变化而发生明显变化,但是只要减低蛋白质水平,腹腔脂肪的重量就有增加的倾向。

表4 母鸡屠体重、净膛重、净膛率及腹腔脂肪重量

限饲阶段	项目	饲料蛋白质水平 $w$ /%			
		22	20	18	16
第1周	活重/kg	2.45 ± 0.15	2.48 ± 0.24	2.59 ± 0.08	2.53 ± 0.20
	净膛重/kg	1.34 ± 0.09	1.36 ± 0.15	1.40 ± 0.04	1.40 ± 0.12
	净膛率/%	54.67 ± 1.73	54.82 ± 1.89	53.93 ± 1.41	55.38 ± 0.59
	腹脂重/g	50.19 ± 12.22	54.91 ± 15.02	60.70 ± 20.5	52.83 ± 18.04
第2周	活重/kg	2.45 ± 0.15	2.55 ± 0.15	2.64 ± 0.13	2.59 ± 0.24
	净膛重/kg	1.34 ± 0.09	1.40 ± 0.09	1.44 ± 0.09	1.42 ± 0.15
	净膛率/%	54.67 ± 1.73	54.96 ± 2.16	54.74 ± 1.39	54.69 ± 1.23
	腹脂重/g	50.19 ± 12.22	51.20 ± 9.82	62.44 ± 19.45	62.23 ± 13.16
第3周	活重/kg	2.45 ± 0.15	2.53 ± 0.27	2.61 ± 0.16	2.57 ± 0.24
	净膛重/kg	1.34 ± 0.09	1.34 ± 0.17	1.41 ± 0.10	1.40 ± 0.17
	净膛率/%	54.67 ± 1.73	52.95 ± 4.87	53.99 ± 1.05	54.45 ± 2.95
	腹脂重/g	50.19 ± 12.22	54.27 ± 19.86	69.21 ± 18.14	55.41 ± 15.68

### 3 讨论

由于肉鸡生长快,生产周期短,一般不限制营养素的采食量,这似乎是商品肉鸡生产上的

常识,但也没有发现有关限制营养素的采食量对生长等指标的影响的报道,特别是本研究这样在生长期的某段时间进行限制,再返回到NRC<sup>[4]</sup>标准水平的试验。

本研究通过在开食后的第 1, 2, 3 周分别饲喂蛋白质水平为 22%, 20%, 18%, 16% 的饲料,观察了生长早期的不同阶段、日粮的不同蛋白质水平对肉仔鸡的生长、饲料利用性以及生产性能的影响,首先证明,在开食后前 3 周的任何一周限饲蛋白质水平低于NRC<sup>[4]</sup>标准的日粮,虽然在限饲当周的饲料采食量和体增重有所降低,但在 56 日龄实验结束时并没有降低全期的生长速度、饲料转化率以及净膛重等指标,即使把日粮的蛋白质水平降到 16%,各项性能仍然不低于采食日粮蛋白质水平为 22% 时的指标。这表明通过限饲低蛋白质日粮,在一定程度上出现了补偿性生长。

从表 1 可以看出,在采食低蛋白质(20% ~ 16%)饲料时,限饲当周的饲料采食量都低于对照组,特别是在第 1 周,低蛋白质水平(18%, 16%)还造成了采食量的显著减少( $P < 0.05$ )。饲料的蛋白质水平与适口性有关,高蛋白质饲料的适口性好。本研究的鸡雏由于在第 1 周刚刚开食,对饲料的适应性较差,加上低蛋白质饲料的适口性较差,因此在第 1 周采食蛋白质含量为 18%, 16% 的饲料时,饲料采食量明显降低。但是,饲料采食量的降低并没有在生长上得到明显反映,反而在第 3 周限饲蛋白质含量 16% 的饲料时,体增重明显( $P < 0.05$ )低于对照组。第 3 周的采食量已经增大,是第 1 周的 4~ 5 倍,因此与对照组相比,即使饲料采食量的变化不太明显,由于蛋白质水平不同,在蛋白质采食量上也会带来比较大的变化,这种蛋白质采食量的较大差异,致使蛋白质 16% 组在第 3 周的体增重比对照组显著少。事实上,蛋白质 16% 组在第 3 周的蛋白质采食量为 76 g/(周·只),仅是对照组蛋白质采食量的 72%。

从试验全期来看,饲料采食量、体增重以及料重比(表 3)基本没有因第 1 周的限饲受到蛋白质水平变化的影响,反而通过第 2 或第 3 周的限饲有增加体增重、提高料重比的趋势。因为体增重因第 2 周的限饲增加了 2.4%,因第 3 周的限饲增加了 1% ~ 4.5%。由此经过第 2, 3 周限饲,全期的料重比大都得到了改善,特别是在第 3 周饲喂蛋白质水平 16% 的日粮时,改善程度是显著的( $P < 0.05$ )。

Zubair 等<sup>[3]</sup>在限饲能量进食量的条件下,同样也得到了补偿性生长(改善了料重比),他们认为原因是限饲能量采食量改变了能量的代谢模式,从而提高了饲料利用率。由于没有发现限饲蛋白质采食量与补偿性生长的关系的报道,没有可比较的资料作参考,所以本研究试图这样解释这些现象:由于在限饲当周饲料采食量随日粮蛋白质水平的下降而减少(表 1),当通过蛋白质采食量与体重(或体增重)之比看单位体重(或体增重)沉积的蛋白质的量时,在第 2 周和第 3 周的沉积量比第 1 周少,并且第 3 周少于第 2 周,也就是说,限制蛋白质采食量对生理某些方面的影响在第 2, 3 周要大于第 1 周,并且第 3 周大于第 2 周。这是因为第 2, 3 周的绝对体增重大,也就是绝对生长速度快的缘故。在这样的快速生长阶段突然限制了蛋白质的采食量,造成了补偿性的生长,表现后期增重快,改善料重比。但这种补偿性生长的机制有待于今后探讨。

当饲喂蛋白质水平 16% 的饲料时(表 3),全期饲料采食量没有因为限饲阶段的变化而变化,但体增重却随限饲阶段的推移而增加,第 3 周限饲使体增重(2.66 kg)比第 1 周(2.53 kg)增加 5% ( $P < 0.05$ )。这种现象同样也可以用上述的推断来解释,也就是第 3 周受到的限制蛋白质采食量的影响(蛋白质采食量/体(增)重)依次大于第 2, 1 周,补偿性生长的效果也按受到影响大小的程度依次表现出来。

本研究在试验结束时,从各组随机抽取雌性肉鸡各7只进行了屠宰测定(表4)。活重、净膛重、净膛率、腹腔脂肪重量没有因为限饲时期或蛋白质水平的变化受到显著影响。把该结果与试验全期的料重比(表3)结合起来,可以推断即使在前3周的任何一周降低日粮的蛋白质水平,可食部分的产量与非限饲(蛋白质22%的饲料)时也不会产生明显差距。特别是根据第3周限饲蛋白质水平16%的饲料时,净膛率与对照组(蛋白质22%的饲料)相同,料重比好于对照组的结果,可以认为在第3周限饲蛋白水平16%的饲料出现了明显的补偿性生长,生长的结果就是改善了料重比。

通过以上结果说明,在肉仔鸡生长早期的前3周的任何一周通过饲喂低蛋白质水平饲料,都可能出现补偿性生长,这种生长效果主要表现为料重比的改善,而补偿性生长效果随着日粮蛋白质水平的降低会越来越明显,特别是在第3周饲喂蛋白质水平16%的日粮时效果显著。

### 参 考 文 献

- 1 櫻井 齐 ニワトリの生産性向上(2). 第1版 东京: 养贤堂, 1984, 23~ 112
- 2 Leeson S, Summers J D. Commercial poultry Nutrition. Canada, University Books 1997, 212~ 222
- 3 Zubair A K, Leeson S. Effect of early feed restriction and realimentation on heat production and changes in sizes of digestive organs of male broilers. Poultry Sci, 1994, 73: 529~ 538
- 4 NRC. Nutrient Requirements of Poultry (1994). 蔡辉益等译 北京: 中国农业科技出版社, 1996, 26~ 36
- 5 社会情报サービス株式会社 Excel统计97. 东京, 1997