

早期限饲对肉鸡补偿性生长的影响*

潘家强¹, 王小龙², 唐兆新¹

(1.华南农业大学兽医学院, 广东广州 510642;

2.南京农业大学畜禽营养代谢病研究室, 江苏南京 210095)

摘 要: 试验观察了几种早期限饲措施对肉鸡补偿性生长和消化器官发育的影响。结果显示, 各种早期限饲处理均可明显降低肉鸡早期的生长速度和体重; 恢复自由采食后肉鸡获得了补偿性生长, 适当的早期限饲并不影响肉鸡的最终上市体重; 早期限饲改善了饲料效率; 限饲鸡胰脏相对重量和肌胃+腺胃相对重量显著高于非限饲鸡, 提示早期限饲诱发肉鸡补偿性生长可能与限饲促进消化器官发育、提高消化能力有关。

关键词: 肉鸡; 补偿性生长; 早期限饲; 消化器官

Effects of Early Feed Restriction on Compensatory Growth of Broilers

Pan Jiaqiang¹, Wang Xiaolong², Tang Zhaoxin¹

(1.College of Veterinary Medicine, South China Agricultural University, Guangzhou, Guangdong 510642;

2.Institute of Nutritional and Metabolic Disorder in Domestic Animals and Fowls,

Nanjing Agricultural University, Nanjing, Jiangsu 210095)

Abstract: The experiment was conducted to determine the effects of early feed restriction programs on compensatory growth and digestive organs development of broilers. The results showed that all feed restriction treatments reduced the growth rate and body weight of broiler at the early stage. Compensatory growth took place when the birds were fed ad libitum again, and proper feed restriction did not affect the final body weight of broiler on market age. Feed conversion ratio was improved by feed restriction at early time. The relative weights of pancreas and proventriculus plus gizzard were significantly higher in feed-restricted broilers than those in normal controls, indicating that compensatory growth induced by early feed restriction might be correlated with the promoted development of digestive organs.

Key words: broiler; compensatory growth; early feed restriction; digestive organ

现代肉鸡的生长速度很快, 而且为了使肉鸡的生长速度最大化, 饲养场多采用全程自由采食的饲养模式, 由此带来了一系列问题, 如脂肪沉积增加, 免疫力下降, 死亡率增加, 代谢病和骨骼疾病的发病率上升等。早期限制饲喂能够降低代谢

性疾病如肉鸡腹水综合征、猝死症和腿病的发病率^[1-3], 提高肉鸡的免疫力^[4], 并且研究还发现适当的早期限饲能够诱发肉鸡补偿性生长, 不影响肉鸡的出栏重^[5]。但是肉鸡的补偿性生长受品种、限饲开始日龄、限饲强度、限饲持续时间等因素的影响, 国内外学者在如何诱发肉鸡的补偿性生长方面还没有形成成熟的模式, 有待于进一步研究。同时, 肉鸡补偿性生长的机理非常复杂, 涉及到生理、营养、代谢和内分泌等诸多因素, 限饲诱发肉

收稿日期: 2006- 08- 18

修回日期: 2006- 12- 17

* 基金项目: 国家自然科学基金项目(30600440, 30571366);

华南农业大学校长基金项目

鸡补偿性生长的机制至今尚未取得统一认识,例如,对于消化器官发育在肉鸡补偿性生长过程中的作用仍存在许多争议^[5,6]。本研究拟探讨不同限饲强度和不同限饲持续时间对肉鸡补偿性生长的影响及其机理,旨在为生产上科学地进行早期限饲提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 试验动物分组及处理

试验一:1日龄商品代艾维茵肉鸡270只随机分为3组,每组3个重复,每重复30只鸡。限饲1组(R_{7-21d})1~6日龄自由采食,7~21日龄每天采食8小时(时间9:00~17:00),以后恢复自由采食;限饲2组(R_{7-44d})7~14日龄每天饲喂8小时,其它阶段自由采食;对照组(control)按常规自由采食,不进行限饲。

试验二:1日龄商品代艾维茵肉鸡270只随机分为3组,1组为对照组,按常规自由采食,其余2组为限饲组。限饲处理的方法为第2周(7~14日龄)每天给予对照组肉鸡前一天采食量的60%(R_{60%}组)和80%(R_{80%}组),其它阶段自由采食。

两试验中各组鸡除了饲喂方法不同外,其它条件完全相同,均自由饮水,24小时光照。试验至49日龄结束。

1.2 试验日粮营养水平

试验各处理组选用营养成分明确的同种商品颗粒料。1~21日龄、22~40日龄、41日龄至试验结束分别饲喂肉鸡前、中、后期料,饲料主要营养水平见表1。

1.3 测定项目

分别于每周周末称量各组鸡体重,并计算每

表1 试验用饲料营养水平

营养水平	前期料	中期料	后期料
代谢能(MJ/kg)	12.09	13.00	13.02
粗蛋白(%)	21.00	19.50	17.50
钙(%)	1.00	0.89	0.78
有效磷(%)	0.45	0.42	0.35
赖氨酸(%)	1.20	1.0	0.83
蛋氨酸(%)	0.45	0.37	0.31

周净增重。记录每周的饲料消耗量,根据当周的饲料消耗量和净增重计算每周平均饲料转化率。分别于14、21、28、35、42日龄从各组随机取9只鸡(每重复3只)采集胰脏、肌胃和腺胃称重,根据胰脏重量、肌胃+腺胃重量和相应体重的比值计算胰脏相对重量和肌胃+腺胃相对重量。

1.4 数据处理

体重、周增重和饲料转化率以各重复为单位进行统计,胰脏相对重量和肌胃+腺胃相对重量以个体为单位进行统计,采用单因素方差分析对各限饲组和对照组进行比较,当组间差异显著时,依照邓肯氏法对各组平均数进行多重比较。

2 结果

2.1 不同早期限饲处理对肉鸡体重的影响

早期限制饲喂显著降低了各限饲组肉鸡生长期间的体重。试验一中,49日龄之前各限饲组肉鸡体重均低于的对照组,49日龄试验结束时,R_{7-44d}组肉鸡的体重与对照组相比无差异显著性,而R_{7-21d}组肉鸡的体重显著低于对照组。试验二中,42日龄之前各限饲组肉鸡体重均低于对照组,42日龄时,R_{80%}组肉鸡的体重赶上了对照组,49日龄试验结束时,R_{60%}和R_{80%}组肉鸡的体重与对照组相比均无差异显著性。见表2和表3。

表2 不同限饲持续时间对肉鸡体重、每周净增重和每周饲料转化率的影响(试验一,n=3)

项目	组别	周 龄					
		2	3	4	5	6	7
体重(g)	R _{7~21d}	350±8.7 ^b	561±26.0 ^c	963±85.0 ^c	1480±52.0 ^c	2053±80.8 ^c	2550±52.9 ^b
	R _{7~44d}	344±10 ^b	651±4.6 ^b	1150±79.4 ^b	1593±61.1 ^b	2140±10.0 ^b	2640±26.5 ^a
	Control	400±10 ^a	721±21.0 ^a	1210±70.0 ^a	1700±45.8 ^a	2213±20.8 ^a	2647±15.3 ^a
	P值	0.001	0.000	0.019	0.007	0.019	0.027
增重(g)	R _{7~21d}	179±8.7 ^b	217±26.9 ^b	402±53.7 ^b	516.7±46.2 ^a	573±37.9 ^a	497±30.6 ^a
	R _{7~44d}	185±10 ^b	301±6.4 ^a	465±21.0 ^a	443±20.8 ^a	547±15.3 ^a	500±17.3 ^a
	Control	235±10 ^a	321±17.9 ^a	456±21.2 ^a	490±40.0 ^a	500±20.0 ^b	433±5.8 ^b
	P值	0.001	0.001	0.014	0.127	0.037	0.012
饲料转化率	R _{7~21d}	1.28±0.04 ^b	1.50±0.06 ^a	1.67±0.05 ^b	2.02±0.07 ^b	2.37±0.08 ^a	2.73±0.04 ^a
	R _{7~44d}	1.28±0.05 ^b	1.39±0.04 ^b	1.65±0.04 ^b	2.20±0.06 ^a	2.35±0.06 ^a	2.75±0.12 ^a
	Control	1.47±0.04 ^a	1.53±0.08 ^a	1.74±0.04 ^a	2.20±0.06 ^a	2.37±0.04 ^a	2.76±0.07 ^a
	P值	0.003	0.048	0.011	0.018	0.909	0.950

注:同列肩注字母不同者表示差异显著(P<0.05),下同。

表 3 不同限饲强度对肉鸡体重、各周净增重和每周饲料转化率的影响(试验二, n=3)

项目	组别	周 龄					
		2	3	4	5	6	7
体重(g)	R _{60%}	328±9.17 ^c	587±24.7 ^c	1 067±41.6 ^c	1 497±37.9 ^c	2 022±10.4 ^b	2 610±20.0 ^a
	R _{80%}	370±10 ^b	681±17.9 ^b	1 140±36.1 ^b	1 637±49.3 ^b	2 200±10.0 ^a	2 630±30.0 ^a
	Control	400±10 ^a	721±21.0 ^a	1 210±70.0 ^a	1 700±45.8 ^a	2 213±20.8 ^a	2 647±15.3 ^a
	P 值	0.000	0.001	0.039	0.004	0.000	0.219
增重(g)	R _{60%}	163±9.2 ^c	259±21.2 ^b	463±22.1 ^a	430±26.5 ^a	558±27.6 ^a	588±10.4 ^a
	R _{80%}	205±10 ^b	311±20.0 ^a	459±25.3 ^a	497±30.1 ^a	563±40.4 ^a	430±20.0 ^a
	Control	235±10 ^a	321±17.9 ^a	456±21.2 ^a	490±40.0 ^a	500±20.0 ^b	433±5.8 ^b
	P 值	0.000	0.019	0.939	0.088	0.038	0.000
饲料转化率	R _{60%}	1.32±0.02 ^c	1.43±0.04 ^b	1.65±0.05 ^b	2.16±0.10 ^a	2.37±0.10 ^a	2.74±0.08 ^a
	R _{80%}	1.41±0.01 ^b	1.43±0.03 ^b	1.76±0.20 ^a	2.16±0.10 ^a	2.38±0.10 ^a	2.74±0.07 ^a
	Control	1.47±0.04 ^a	1.53±0.08 ^a	1.74±0.04 ^a	2.20±0.06 ^a	2.37±0.04 ^a	2.76±0.07 ^a
	P 值	0.002	0.012	0.045	0.806	0.975	0.908

2.2 不同早期限饲处理对肉鸡生长速度的影响

结果见表 2、表 3。以各周净增重来反映肉鸡的生长速度。试验一中,两种不同持续时间的早期限饲均显著降低了各限饲组肉鸡限饲当周的净增重,与对照组相比差异显著。但恢复自由采食后仅 1 周, R_{7-14d} 组肉鸡的周增重就赶上了对照组, 3、4、5 周与对照组相比无差异显著性, 并且在第 6、7 周时高于对照组; R_{7-21d} 组肉鸡的周增重在第 5 周时赶上对照组, 并且在随后的两周内超过对照组。试验二中, 两种不同强度早期限饲亦显著降低了各限饲组肉鸡限饲当周的净增重, 但恢复自由采食后, R_{60%} 和 R_{80%} 组肉鸡的周增重量分别第 3 和第 4 周赶上对照组, 并且分别第 6 和第 7 周超过对照组。

2.3 不同早期限饲处理对肉鸡饲料转化效率的影响

结果见表 2、表 3。无论是控制饲喂时间, 还是控制饲喂量, 早期限饲都显著改善了肉鸡生长早期的饲料转化率。其中 R_{7-21d} 组、R_{7-44d} 组和 R_{60%} 组在限饲期间和停止限饲后两周内, FCR 均低于相

应的对照组, 差异显著; R_{80%} 组在限饲期间和停止限饲后的一周内, FCR 低于对照组, 差异显著。肉鸡生长后期各限饲组 FCR 与对照组相比无显著差异。

2.4 不同早期限饲处理对肉鸡消化器官发育的影响

2.4.1 胰脏相对重量

结果见表 4、表 5。早期限饲有增加胰脏相对重量的趋势。试验一中, R_{7-21d} 组胰脏相对重量在 21、35 日龄高于对照组, R_{7-44d} 组胰脏相对重量在 21 日龄高于对照组。试验二中, R_{60%} 组胰脏相对重量在 21、35 日龄高于对照组, R_{80%} 组胰脏相对重量在 35 日龄高于对照组。

2.4.2 肌胃+腺胃相对重量

结果见表 4、表 5。早期限饲增加了肉鸡生长早期的胃相对重量。试验一中, R_{7-21d} 组胃相对重量在 14、21、28 日龄均高于对照组。R_{7-44d} 组胃相对重量在 14 日龄高于对照组。试验二中, R_{60%} 组胃相对重量在 14、21、28 日龄高于对照组, R_{80%} 组胃相对重量在 14 和 21 日龄高于对照组。两试验中, 35、42 日龄限饲肉鸡胃相对重量与对照组相比差异均不显著。

表 4 不同限饲持续时间对肉鸡胰脏相对重量和肌胃+腺胃相对重量的影响(试验一, n=9)

项目	组 别	日 龄				
		14	21	28	35	42
胰脏相对重量(g/kg)	R _{7-21d}	4.51±0.70 ^a	3.28±0.24 ^b	2.08±0.33 ^a	2.57±0.19 ^a	1.99±0.44 ^a
	R _{7-14d}	4.70±0.42 ^a	3.67±0.32 ^a	2.20±0.20 ^a	2.13±0.30 ^b	1.69±0.16 ^a
	Control	4.54±0.40 ^a	3.03±0.26 ^c	2.12±0.34 ^a	2.09±0.34 ^b	1.86±0.26 ^a
	P 值	0.823	0.011	0.811	0.041	0.335
肌胃+腺胃相对重量(g/kg)	R _{7-21d}	40.03±1.02 ^a	35.26±3.66 ^a	29.49±5.48 ^a	21.31±2.00 ^a	19.94±1.99 ^a
	R _{7-14d}	41.97±4.94 ^a	29.07±2.33 ^b	22.85±2.81 ^b	22.98±2.94 ^a	21.19±3.32 ^a
	Control	35.95±1.95 ^b	29.96±1.82 ^b	24.71±2.36 ^b	20.27±3.03 ^a	20.28±3.07 ^a
	P 值	0.029	0.007	0.046	0.313	0.777

表 5 不同限饲强度对肉鸡胰脏相对重量和肌胃+腺胃相对重量的影响(试验二, n=9)

项 目	组 别	日 龄				
		14	21	28	35	42
胰脏相对重量(g/kg)	R _{60%}	4.74±0.30 ^a	3.53±0.20 ^a	2.14±0.39 ^a	2.52±0.19 ^a	1.87±0.25 ^a
	R _{80%}	4.50±0.56 ^a	3.00±0.37 ^b	2.27±0.31 ^a	2.41±0.10 ^a	1.87±0.25 ^a
	Control	4.54±0.40 ^a	3.03±0.26 ^b	2.12±0.34 ^a	2.09±0.34 ^b	1.86±0.26 ^a
	P 值	0.667	0.024	0.756	0.034	0.998
肌胃+腺胃相对重量(g/kg)	R _{60%}	48.06±7.11 ^a	34.08±2.73 ^a	27.28±2.48 ^a	22.49±2.61 ^a	19.97±2.77 ^a
	R _{80%}	52.62±2.21 ^a	31.78±1.65 ^b	22.77±1.82 ^b	20.72±1.49 ^a	20.53±3.70 ^a
	Control	35.95±1.95 ^b	29.96±1.82 ^c	24.71±2.36 ^b	20.27±3.03 ^a	20.28±3.07 ^a
	P 值	0.000	0.030	0.025	0.355	0.962

3 讨 论

3.1 限饲对肉鸡补偿性生长的影响

大多数研究者建议,通过限饲来诱发肉鸡的补偿性生长应该在生长早期进行,一方面因为肉鸡早期生长速度较快,另一方面是由于肉鸡生长周期短,在早期进行限饲可使肉鸡有足够的补偿生长时间。多数研究表明限饲开始的时间宜在5~7日龄^[7]。本研究从7日龄开始对肉鸡进行早期限饲,观察不同限饲持续时间和不同限饲强度对肉鸡补偿性生长的影响,结果发现早期限饲处理显著降低了肉鸡早期阶段的生长速度;但恢复自由采食后,限饲鸡的生长速度很快赶上并超过对照组,产生了“补偿性生长”。因此,虽然早期限饲在饲养前期降低了肉鸡的生长速度,但饲养后期的“补偿性生长”可以使肉鸡弥补由限饲所致的体重损失。至49日龄时, R_{7-14d}组、R_{60%}组和R_{80%}组上市体重都赶上了对照组,但7~21日龄限饲肉鸡的上市体重仍低于对照组。这说明在肉鸡生长的第2周,无论是每天采食8小时,还是每天给予肉鸡正常采食量的60%或80%,均可诱发肉鸡完全的补偿性生长。如果限饲持续时间延长超过7天,虽然也可以诱发补偿性生长,但最终体重却无法赶上对照组。Ballay等的研究表明,限饲持续的时间越长,肉鸡发生补偿性生长就越困难,为期6天的限饲能够完全恢复体重的损失,而当时时间延长至12天时就难以得到恢复^[7],与本研究的结果一致。另外,如果限饲强度过大,限饲鸡也不能获得完全的补偿性生长^[8]。

3.2 限饲对肉鸡消化器官发育的影响

许多学者针对肉鸡补偿性生长的机制做了大量研究。McMurtry等认为肉鸡补偿性生长是体内激素调节的结果^[9]。目前能够得到多数研究者认同的理论是消化道代偿理论,这一理论认为限

饲会导致肉鸡消化器官功能的加强,尤其是嗦囊、胃、胰脏和肝脏功能的加强^[5],这将有助于提高饲料摄入量。本研究发现各种限饲手段均能够提高肉鸡的胰脏相对重量和肌胃+腺胃相对重量,提示限饲诱发肉鸡补偿性生长可能与促进消化器官的发育有关。国外类似的研究支持了这一结论, Rosebrough等对6~12日龄的肉鸡进行限饲,发现试验组肉鸡14、16、18日龄肝脏重量大于对照组^[10]。Palo等的研究亦证实,限饲肉鸡消化器官的生长速度高于非限饲肉鸡^[6]。

3.3 限饲与饲料转化率

本研究结果显示,早期限饲显著改善了肉鸡生长早期的饲料转化效率,这与Lippens等的报道一致^[11]。这种作用据认为是由于早期限饲降低了肉鸡的体重,减少了肉鸡生命过程中“维持需要”所需的能量^[12]。另外,由于得不到足够的食物,受到限饲的鸡会把仅有的饲料吃完,减少了饲料的浪费,在一定程度上提高了饲料的利用率。

参考文献:

- 1 Camacho M A, Suarez M E, Herrera J G, et al. Effect of age of feed restriction and microelement supplementation to control ascites on production and carcass characteristics of broilers [J]. Poult Sci, 2004, 83(4): 526-532.
- 2 Mollison B, Guenter W, Boycott B R. Abdominal fat deposition and sudden death syndrome in broilers: the effect of restricted intake, early life caloric(fat) restriction and calorie:protein ratio [J]. Poult Sci, 1984, 63: 1190-1200.
- 3 Su G, Sorensen P, Kestin S C. Meal feeding is more effective than early feed restriction at reducing the prevalence of leg weakness in broiler chickens [J]. Poult Sci, 1999, 78(7): 949-955.
- 4 潘家强, 李锦春, 谭勋等. 早期限饲对肉鸡免疫器官发育和体液免疫功能的影响 [J]. 中国兽医学报, 2005, 25(5): 527-529.

(下转第21页)

有效预防低温诱发肉鸡的 PH^[6]。本试验中, 30 日龄时低 BQ123 组和高 BQ123 组的 mPAP 均极显著低于低温组 ($P < 0.01$), 说明 BQ123 抑制了低温诱发肉鸡 PH 的发生发展。

BQ123 可预防低氧所致 PH 大鼠的肺血管重塑和右心室肥厚^[9], 也可显著抑制低温诱发肉鸡肺血管中膜的肥厚, 在低温诱发肉鸡 PH 和肺血管重塑中起重要的阻断作用^[4]。本试验中, 在 23、30 日龄时, 高 BQ123 组的 MA%及 PMA%极显著低于低温组 ($P < 0.01$), 低、高 BQ123 组 NMA%极显著高于低温组 ($P < 0.01$), 说明 BQ123 显著抑制了低温诱发肉鸡的非肌型肺小动脉的肌型化, 同时, 在 30 日龄时, 高 BQ123 组的 PMA%极显著低于低 BQ123 组 ($P < 0.01$), 高 BQ123 组 NMA%显著高于低 BQ123 组 ($P < 0.05$) (见表 2), 表明, BQ123 呈剂量依赖性地抑制了低温诱发肉鸡的非肌型肺小动脉向肌型肺小动脉的转化。因此, BQ123 通过抑制低温诱发肉鸡非肌型肺小动脉的肌化抑制了其肺血管重塑的发生发展。

3.3 内源性 ET 在低温诱发肉鸡肺血管重塑和肺动脉高压的形成和发展过程中的作用

人类的医学研究表明^[10,11], ET-1 以自分泌和旁分泌的方式不仅对肺血管具有强大的收缩作用, 而且通过与 ETA 受体结合, 对肺血管平滑肌细胞和周细胞均具有强烈的促增殖作用, 同时, 可诱导细胞外基质蛋白形成及纤维素增生。ET-1 在低温诱发肉鸡 PH 的发生发展过程中发挥着重要的作用^[6]。BQ123 显著抑制低温诱发肉鸡 PH 发生发展的同时抑制了肺血管中膜的肥厚^[4]。本试验结果表

明, BQ123 显著地抑制低温诱发肉鸡 PH 的形成和发展, 同时显著抑制了非肌型肺小动脉的肌型化。因此推测, 内源性 ET-1 在低温诱发肉鸡 PH 和肺血管重塑的发生发展过程中起着重要的促进作用。

参考文献:

- 1 乔健, 董世山, 乔惠理等. 右心导管法直接测定肉鸡肺动脉压[J]. 中国农业大学学报, 1998, 3(3): 117-118.
- 2 董世山, 乔健, 栗绍文等. 肺动脉高压在肉鸡腹水综合征发病过程中的作用[J]. 畜牧兽医学报, 2000, 31(4): 325-330.
- 3 向瑞平, 王小龙, 王金勇等. 肉鸡肺动脉高压综合征自然病例肺微细动脉肌型化的观察[J]. 南京农业大学学报, 2001, 24(1): 85-88.
- 4 范春艳, 乔健, 赵立红等. BQ123 对低温诱发的肉鸡肺血管重塑的影响[J]. 畜牧兽医学报, 2005, 36(6): 606-611.
- 5 李田昌, 佟利家, 庞永正等. 丝裂素活化蛋白激酶参与内皮素刺激的兔主动脉平滑肌细胞增生[J]. 生理学报, 1996, 48(4): 337-342.
- 6 杨鹰, 武振龙, 张建军等. 内皮素 A 受体拮抗剂 BQ123 对低温诱发肉鸡肺动脉高压的预防作用[J]. 中国农业大学学报, 2005, 10(3): 52-55.
- 7 熊密, 张燕, 车东媛等. 肺血管周细胞增生分化与慢性肺动脉高压发生的关系[J]. 同济医科大学学报, 1999, 28(5): 370-374.
- 8 张建军. 钙拮抗剂对低温诱发肉鸡腹水综合征患鸡肺血管重塑的影响[D]. 北京: 中国农业大学, 2003.
- 9 程德云, 陈文彬. 内皮素受体拮抗剂预防低氧性肺动脉高压的实验研究[J]. 中华内科杂志, 1999, 38(9): 631-632.
- 10 Lucher T F, Barton M. Endothelins and endothelin receptor antagonists therapeutic considerations for a novel class of cardiovascular drugs[J]. Circulation, 2000, 102: 2434-2440.
- 11 Jozef L, Khreis T, Fournier A et al. Extracellular signal-regulated kinase plays an essential role in endothelin-1-induced homotypic adhesion of human neutrophil granulocytes[J]. Br J Pharmacol, 2002, 135: 1167-1174.

(上接第 14 页)

- 5 Govaerts T, Room G, Buyse J et al. Early and temporary quantitative food restriction of broiler chickens 2 Effects on allometric growth and growth hormone secretion[J]. Br Poult Sci, 2000, 41(3): 355-362.
- 6 Palo P E, Sell J L. Effect of early nutrient restriction on broiler chickens[J]. Poult Sci, 1995, 74: 88-101.
- 7 Ballay M, Dunnington E A, Gross W B, et al. Restricted feeding and broiler performance: age at initiation and length of restriction. Poult Sci, 1992, 71(3): 440-447.
- 8 Fontana E A, Weaver W D Jr, Watkins B A, et al. Effect of early feed restriction on growth, feed conversion, and mortality in broiler chickens Poult Sci, 1992, 71(8): 1296-1305.

- 9 McMurtry J P, Flanik I, Rossbrough R W, et al. Effect of early feed restriction in male broiler chicks on plasma metabolic hormones during feed restriction and accelerated growth[J]. Comp Biochem Physiol A, 1988, 91(1): 67-70.
- 10 Rossbrough R W, Steele N C, McMurtry J et al. Effect of early feed restriction in broilers[J]. Lipid Metabolism, 1986, 50: 217-227.
- 11 Lippens M, Room G, De Groote G, et al. Early and temporary quantitative food restriction of broiler chickens 1. Effects on performance characteristics mortality and meat quality[J]. Br Poult Sci, 2000, 41(3): 343-354.
- 12 Zubair A K, Leeson S. Effect of early feed restriction and re-alimentation on heat production and changes in sizes of digestive organs of male broilers[J]. Poult Sci, 1994, 73(4): 529-538.