

# 限饲对哈巴德肉鸡肠道结构的影响

张彩霞 陈文 黄艳群\* 王润之

(河南农业大学 牧医工程学院 河南 郑州 450002)

**摘要:** 为探讨限制饲养对肉鸡肠道结构的影响,于4周龄初将肉仔鸡随机分成3个处理组:即自由采食组、料量限制组和能量限制组,自由采食组鸡只自由采食,对料量限制组肉鸡进行70%的料量限制,对能量限制组肉鸡进行70%的能量限制,到达8周龄宰杀后测量它们的肠道长度,制作十二指肠、空肠、回肠的组织切片,测量其绒毛长度和隐窝深度,研究限饲对肉鸡十二指肠、空肠和回肠的长度、绒毛长度、隐窝深度的效应。结果表明:限饲后的肉鸡肠道长度有所减短,自由采食组肠道全长、空肠长度显著或极显著大于能量限制组;自由采食组十二指肠的绒毛长度显著大于能量限制组和料量限制组,而十二指肠、空肠、回肠的隐窝深度、绒毛长度//隐窝深度的比值在各组间差异都不显著,即限饲对肉鸡的肠道结构有一定影响。

**关键词:** 哈巴德肉鸡; 料量限制; 能量限制; 肠道长度; 绒毛长度; 隐窝深度

中图分类号: S831.4 文献标志码: A 文章编号: 1000-2286(2010)04-0677-06

## Effect of Feed Restriction on Harbord Broilers' Intestinal Structure

ZHANG Cai-xia, CHEN Wen, HUANG Yan-qun\*, WANG Run-zhi

(College of Animal Science and Veterinary Medicine, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China)

**Abstract:** In order to investigate the effect of feed restriction on chickens' intestinal structure, the chickens of the present study were divided into the free feeding group, the quantitative restriction group and the energy restriction group in the initial four weeks. The free feeding group was only fed freely, the quantitative restriction group was restricted on its feed quantity of 70% of the free feeding group, and the energy restriction group was restricted on energy of 70% of the free feeding group. The chickens were killed when they were eight weeks old and their intestine lengths were measured then the intestines were made into histological paraffin sections of duodenum, jejunum and ileum. Their intestinal villus lengths and intestinal recess depths were measured so as to study the effect of feed restriction on intestinal full-length, villus length and intestinal recess depth of duodenum, jejunum and ileum. The results showed that the intestine length of the chickens which were given feed restriction reduced, the intestinal full-length and jejunum length of the free feeding group significantly or extremely significantly higher than those of the energy restriction group; the duodenum villus length of the free feeding group was significantly higher than that of the energy restriction group and the quantitative restriction group, while duodenum, jejunum and ileum intestinal recess depths, villus length/intestinal recess depth differed insignificantly among each group. All the results mentioned above indicated that feed restriction had great effect on chickens' intestinal structure.

收稿日期: 2010-04-20 修回日期: 2010-05-12

基金项目: 国家自然科学基金项目(30771533)、国家“十一五”科技支撑计划项目(2008BADB2B01)和2009郑州市创新型科技人才队伍建设工程科技创新团队项目(096SYJH16092)

作者简介: 张彩霞(1983-),女,硕士生,主要从事家禽科学研究, E-mail: wuyanwuchen2005@163.com; \* 通讯作者: 黄艳群,副教授, E-mail: hyanqun@yahoo.com.cn

**Key words:** Harbord broiler; feeding restriction; energy restrictions; intestine length; intestinal villus length; intestinal recess depth

肉鸡脂肪沉积过多、非传染性疾病发病率高是困扰肉鸡业的一大问题。肉鸡腹脂沉积过多则导致饲料中能量、蛋白质等营养物质的大量浪费,降低了饲料转化效率; Lee and Leeson 的研究结果表明早期限饲使得肉鸡饲料转化率得到全面提高<sup>[1]</sup>。还有研究显示,限饲能减少体脂沉积,改善肉鸡的肉质、增强肉鸡对疾病的抵抗力<sup>[2]</sup>;而且限饲还可以降低肉鸡的心肌易颤性,从而降低肉鸡猝死综合征(SDS)的发病率<sup>[3-4]</sup>。Tottori 认为,限饲不仅能够降低腹水综合征的发病率,而且还能够显著降低其它疾病的发病率和肉鸡的总死亡率<sup>[5]</sup>。对肉种鸡进行早期限饲可以控制鸡体早期增重,保证鸡体器官均衡发育,避免了腿脚受力过大,内脏器官负担过重。从而使鸡体各部器官和骨骼有良好发育,为饲养后期快速增重打下良好基础<sup>[6]</sup>。研究发现,实行限饲的肉鸡相对于饲喂充足的同期组群来说,其饲料转化效率得到了提高<sup>[7-12]</sup>。

本实验室通过对4~8周龄哈巴德肉鸡的限制饲养,也证明限饲显著降低了肉鸡的体重,提高了饲料转化率<sup>[13]</sup>,但其解剖生理机制尚未见报道。本研究拟通过限饲对肉鸡肠道结构的影响研究,探讨限饲提高肉鸡饲料转化率的机制。

## 1 材料与方法

### 1.1 实验动物及饲养管理

选用1日龄哈博德父母代母鸡健康雏鸡250只,0~3周龄让其自由采食,4周龄初将体重相近的个体随机分配到3个组:自由采食组、能量限制组、料量限制组。其中自由采食组日粮将参考NRC标准进行配制,实行自由采食;能量限制组除限制30%的能量外,摄入其它营养指标同自由采食组,该组饲喂的能量限制日粮其能量水平为自由采食组日粮的90%,采食量为自由组的80%;料量限制组日粮同自由组,采食量为自由组的70%。实行单笼饲养,每天称量自由采食组的采食量,确定能量限制组和料量限制组喂料量。各组均自由饮水,每天采用23h光照。在鸡达到8周龄时进行宰杀,测定肠道各部位长度,然后每组各段肠道分别取20个样本用 $w(\text{甲醇})=40\%$ 固定好,制作十二指肠、空肠、回肠的组织切片。

### 1.2 基础日粮

自由采食组日粮参考NRC标准(1994)进行配制。为了便于配方设计,设定能量限制组采食量为自由采食组的80%,则其饲粮能量水平设计为自由采食组日粮的87.5%,其它营养指标设计为自由采食组的125%,以保证能量限制组除限制30%能量外,摄入其它营养指标同自由采食组,日粮成分及营养水平见表1。

### 1.3 性状的测定方法

肠道长度:自肠道起始部至末端,去掉附着在肠道上的胰腺、脂肪等后,把一端固定在事先用蒸馏水润湿的玻璃板上,然后轻拉另一端成直线,待肠道恢复形状、不再缩回时,量取总长度;绒毛长度:自绒毛基部至顶端作一垂线,此距离即为绒毛长度;隐窝深度:自隐窝底部至肠壁固有层作一垂线,此距离即为隐窝深度;运用莱卡QQwin软件,每个切片取3个视野,每个视野至少取10根绒毛和20个隐窝进行测量。

### 1.4 数据处理

采用SAS8.0软件进行单因素方差分析,Duncan多重检验进行均数的两两比较。

## 2 结果与分析

### 2.1 料量限制组和能量限制组与自由采食组鸡群肠道长度的比较

由表2可知:自由采食组鸡肠道长度相对较长,而实行限饲后肠道长度大多有所减少,仅料量限制组中十二指肠长度有所增长,能量限制组肠道长度均小于料量限制组。料量限制组十二指肠的长度显著高于自由采食组和能量限制组( $P < 0.05$ ),而自由采食组与能量限制组则差异不显著( $P > 0.05$ );能量限制组空肠的长度极显著低于自由采食组( $P < 0.01$ ),显著低于料量限制组( $P < 0.05$ ),自由采食组与料量限制组则差异不显著( $P > 0.05$ );自由采食组回肠长度显著高于能量限制组( $P < 0.05$ ),料量限

制组与自由采食组和能量限制组差异均不显著 ( $P > 0.05$ ); 从肠道全长来看, 能量限制组显著低于自由采食组和料量限制组 ( $P < 0.05$ )。

表1 日粮成分及营养水平

Tab. 1 Ingredient and nutrition levels of the feeds

饲料名称 The name of feeds	肉小鸡(0~3周龄) Broiler chick(0~3 week-old)	肉大鸡(4~84周龄) Broiler chicken(4~8 week-old)	
	配方/% Formula	自由采食组配方/% Formula of free feeding group	能量限制组配方/% Formula of energy restriction group
玉米 Corn	60.79	65.64	61.109
豆油 Soybean oil		2.2	
膨化大豆 Extruded soybean	30.2	17.7	
酶解大豆粕 Enzymolysis soybean meal	2.2	10.7	34.01
鱼粉 Fish meal	2.6		
碳酸钙 Calcium carbonate	1.5	1.45	1.6
磷酸氢钙 Calcium hydrogen phosphate	1.33	1.18	1.82
食盐 Salt	0.35	0.35	0.437
胆碱 Choline	0.26	0.15	0.188
赖氨酸 Lysine	0.14	0.08	0.137
蛋氨酸 Methionine	0.13	0.05	0.074
0.5% 预混料 0.5% Premix	0.5	0.5	0.625
总计 Total	100	100	100
营养指标 Nutritional index			
ME $M_{cal}/kg$	3.105	3.153	2.762
粗蛋白质/% Crude protein	20.009	18.056	22.502
钙/% Calcium	1.005	0.850	1.063
有效磷/% Available phosphorus	0.451	0.351	0.4405
赖氨酸/% Lysine	1.103	0.876	1.088
蛋氨酸/% Methionine	0.438	0.321	0.400

全价饲料中主要添加剂含量 (mg/kg): Fe 100 Cu 10 Zn 50 Mn 70 I 0.4 Se 0.2, 盐霉素钠 70, 肉鸡专用多维 250。

The content of main additive in the complete feed (mg/kg): Fe 100 Cu 10 Zn 50 Mn 70 I 0.4 Se 0.2, sodium salinomycin 70, multi-dimensional to be used specially for broiler 250.

表2 料量限制组、能量限制组与自由采食组鸡群肠道长度的比较

Tab. 2 Comparison of intestine length among quantitative restriction group energy restriction group and free feeding group

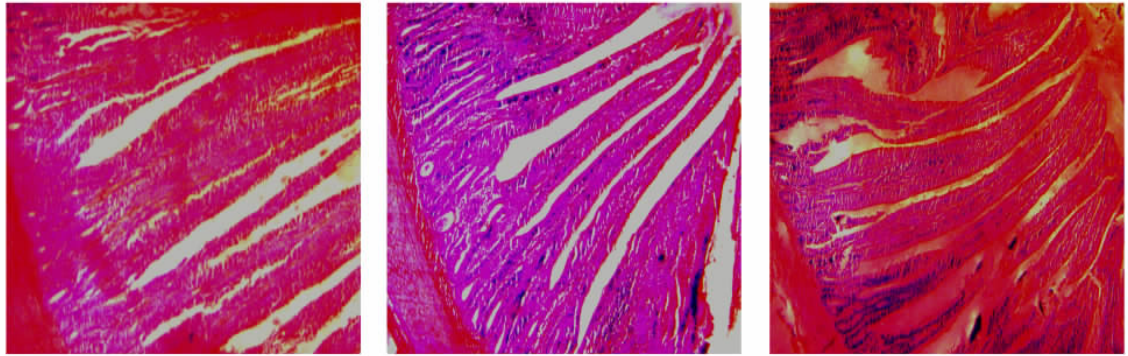
	十二指肠 Duodenum	空肠 Jejunum	回肠 Ileum	肠道全长 Intestine length cm
自由采食组 Free feeding group	24.60 ± 1.661a	60.60 ± 1.776Aa	63.20 ± 1.568a	165.20 ± 12.514a
料量限制组 Quantitive restriction group	26.51 ± 1.661b	57.50 ± 1.776a	61.25 ± 1.568	161.08 ± 16.226a
能量限制组 Energy restriction group	24.20 ± 1.661a	52.40 ± 1.776Bb	58.60 ± 1.568b	150.86 ± 18.396b

同列不同大写字母间差异极显著 ( $P < 0.01$ ); 不同小写字母间差异显著 ( $P < 0.05$ ); 没有字母或相同字母间差异不显著 ( $P > 0.05$ )。

Means in a column with different majuscule superscripts differ extremely significantly ( $P < 0.01$ ); Means in a column with different lowercase superscripts differ significantly ( $P < 0.05$ ); Means in a column with no superscripts or same superscripts differ unsignificantly ( $P > 0.05$ ).

### 2.2 料量限制组和能量限制组与自由采食组鸡群绒毛长度的比较

由图 1 及表 3 可知: 料量限制组和能量限制组的十二指肠绒毛长度显著低于自由采食组( $P < 0.05$ ) 料量限制组和能量限制组的十二指肠绒毛长度的差异不显著。空肠和回肠绒毛长度在能量限制组、料量限制组及自由采食组差异都不显著( $P > 0.05$ ) 但呈现能量限制组高于料量限制组和自由采食组的趋势。



A. 自由采食组; B. 料量限制组; C. 能量限制组。  
 A. Free feeding group; B. Quantitive restriction group; C. Energy restriction group.

图 1 不同饲养方式鸡群回肠的肠道绒毛结构(400 ×)

Fig. 1 Ileum intestinal villus of different feeding style(400 ×)

表 3 料量限制组、能量限制组与自由采食组鸡群绒毛长度的比较

Tab. 3 Comparision of intestinal villus length among quantitive restriction group , energy restriction group and free feeding group

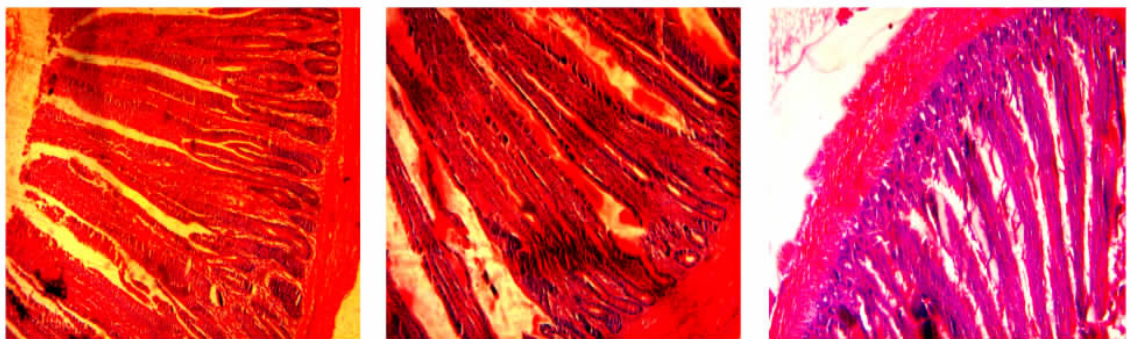
组设置 Group	十二指肠 Duodenum	空肠 Jejunum	回肠 Ileum
自由采食组 Free feeding group	1 378.24 ± 41.800a	1 194.66 ± 223.200	1 075.42 ± 171.406
料量限制组 Quantitive restriction group	1 241.00 ± 46.689b	1 124.03 ± 103.139	1 041.49 ± 157.255
能量限制组 Energy restriction group	1 243.13 ± 80.678b	1 207.67 ± 51.604	1 202.42 ± 59.894

同列不同大写字母间差异极显著( $P < 0.01$ ); 不同小写字母间差异显著( $P < 0.05$ ); 没有字母或相同字母间差异不显著( $P > 0.05$ )。

Means in a column with different majuscule superscripts differ extremely significantly ( $P < 0.01$ ); Means in a column with different lowercase superscripts differ significantly ( $P < 0.05$ ); Means in a column with no superscripts or same superscripts differ unsignificantly ( $P > 0.05$ ).

### 2.3 料量限制组和能量限制组与自由采食组鸡群隐窝深度的比较

由图 2 及表 4 可知: 料量限制组、能量限制组和自由采食组肠道的隐窝深度间差异都不显著。绒毛



D. 自由采食组; E. 料量限制组; F. 能量限制组。  
 D. Free feeding group; E. Quantitive restriction group; F. Energy restriction group.

图 2 不同饲养方式鸡群十二指肠的肠道隐窝结构(400 ×)

Fig. 2 Duodenum intestinal recess of different feeding style(400 ×)

长度/隐窝深度的比值在料量限制组和能量限制组、自由采食组鸡间差异都不显著,但自由采食组十二指肠、空肠的绒毛长度/隐窝深度的比值高于其余 2 组(表 5)。

表 4 料量限制组、能量限制组与自由采食组鸡群隐窝深度的比较

Tab. 4 Contrast of quantitative restriction group and energy restriction group with free feeding group in intestinal recess depth

组设置 Group	十二指肠 Duodenum	空肠 Jejunum	回肠 Ileum
自由采食组 Free feeding group	219.32 ± 36.421	189.50 ± 48.107	198.01 ± 36.346
料量限制组 Quantitive restriction group	219.28 ± 28.322	220.33 ± 48.380	226.90 ± 55.533
能量限制组 Energy restriction group	272.71 ± 44.785	219.10 ± 40.899	192.99 ± 37.611

表 5 料量限制组、能量限制组与自由采食组鸡群绒毛长度/隐窝深度的比较

Tab. 5 Contrast of quantitative restriction group and energy restriction group with free feeding group in intestinal villus length/intestinal recess depth

组设置 Group	十二指肠 Duodenum	空肠 Jejunum	回肠 Ileum
自由采食组 Free feeding group	6.87 ± 1.582	6.81 ± 1.084	5.74 ± 1.234
料量限制组 Quantitive restriction group	5.74 ± 0.845	5.28 ± 1.262	4.82 ± 1.437
能量限制组 Energy restriction group	4.67 ± 1.025	5.63 ± 0.830	6.44 ± 1.385

### 3 讨论与小结

本实验室先前对鸡的限饲研究也表明,限饲可以降低肉鸡日增重,提高饲料转化率,还可以显著降低肉鸡腹脂率,提高免疫器官指数<sup>[13]</sup>。代谢活跃的器官(比如消化道),对营养成分的限制非常敏感<sup>[14-15]</sup>。Ronaldo P Ferraris 为了确定能量限制过程中肠道对营养成分吸收的时间过程,对 3 月龄大的小鼠进行 70% 能量限制后,测定了肠道对葡萄糖、果糖和脯氨酸的吸收率,结果显示能量限制 24 d 只增加了果糖的吸收,而能量限制 270 d 后,所有营养成分的吸收增加了 20% ~ 100%,表明长期的能量限制可以显著增加肠道对营养成分的吸收<sup>[16]</sup>。

本研究表明限饲对肉鸡肠道长度有明显的缩短效应。家禽对营养物质消化吸收的主要部位在小肠,因此肠道的发育情况直接影响到家禽机体的消化功能。小肠长度、采食和体增质量间有一定的联系,即只有当消化器官发育成熟后,仔鸡才能采食和消化更多的养分以满足快速生长的需要,肠道长度增加可延长营养物质在消化道中的时间,提高饲料利用率,加快鸡的生长<sup>[17]</sup>。但曹兵海<sup>[18]</sup>研究显示,十二指肠以下肠道的长度在限饲组比对照组长 4 ~ 12 cm,限饲组的肠道重量也都有所增加。Katanbaf<sup>[19]</sup>研究后指出,在不同的限饲条件下,消化道不同肠段的相对重量都有相似的增加。本研究结果与曹兵海等报道不一致可能在于其限饲时间和方式上的差别造成的。

本试验表明,料量限制和能量限制均显著降低了肉鸡的十二指肠绒毛长度。小肠的正常结构是营养物质被充分消化与吸收的基本保证,绒毛长度和隐窝深度反映了小肠的功能状态。肠绒毛(intestinal villus)是由肠上皮和固有层共同向肠腔突出形成的细小突起,长约 0.35 ~ 1 mm,可使肠腔表面积扩大约 10 倍,绒毛多呈柱状、叶状或指状等。Maria C 研究了 60% 的限饲对保育期小猪小肠生化和形态结构的影响发现限饲显著降低了小猪肠绒毛高度和宽度,而隐窝深度则显著增加<sup>[20]</sup>。本研究结果与 Maria C 在猪上的研究结果相似。

小肠的正常结构是营养物质消化与吸收的基础。在指状绒毛中,绒毛的长度与其肠上皮细胞数量呈显著正相关。绒毛变短时,肠上皮细胞数减少,对营养物质的消化吸收能力降低。正常情况下,隐窝基部的细胞不断地分化并向绒毛的端部迁移,形成具有吸收能力的肠上皮细胞,以补充绒毛正常脱落的肠上皮。肠绒毛长度增加,消化吸收功能增强,腹污率降低,生长发育加快<sup>[21]</sup>。隐窝深度反映了肠上皮细胞的生成率。正常情况下,隐窝基部的细胞不断地分化并向绒毛的端部迁移,形成具有吸收能力的肠上皮细胞,以补充绒毛正常脱落的肠上皮,如果此过程减慢,则隐窝变浅。因此,隐窝变浅表明肠上皮细胞成熟率上升,分泌功能增强。绒毛长度/隐窝深度的比值(V/C)综合反映小肠的功能状况,比值下降,

表示黏膜受损,消化吸收功能降低,常伴有腹泻的发生,动物生长发育受阻;比值上升,则黏膜改善,消化吸收功能增强,腹泻率降低,生长发育加快<sup>[22]</sup>。

从本实验结果来看,限饲使得肠道长度大多有缩短的趋势,仅料量限制组的十二指肠长度增长;料量限制和能量限制使得肉鸡十二指肠的绒毛长度缩短,空肠和回肠的绒毛长度在各组差异都不显著,但呈现能量限制组高于料量限制组和自由采食组的趋势;各肠道隐窝深度在限饲状况下大多有加深的趋势,但差异并不显著;绒毛长度/隐窝深度大多有下降趋势,差异也不显著。

#### 参考文献:

- [1] Lee K H, Leeson S. Performance of broilers fed limited quantities of feed or nutrients during seven to fourteen days of age [J]. *Poult Sci* 2001, 80(4): 446-454.
- [2] 王福强. 肉鸡生产技术问答 [M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2003: 56-58.
- [3] 李伟跃. 限饲蛋白质、能量及饲料采食量对商品代 AA 肉仔鸡生产性能及其经济效益的影响 [D]. 北京: 中国农业大学, 2005.
- [4] 杨娟萍, 姚军虎, 刘玉瑞, 等. 限饲对肉鸡生产性能、胴体品质的影响 [J]. *西北农业学报* 2007, 16(6): 51-56.
- [5] Tottori J, Yamaguchi R, Murakawa Y. The use of feed restriction for mortality control of chickens in broiler farms [J]. *Avian Dis*, 1997, 41(2): 433-437.
- [6] 谭龙. 限饲对肉鸡的影响 [J]. *中国家禽* 2005, 27(6): 50-52.
- [7] Beane W L, Cherry J A, Weaver W D. Intermittent light and restricted feeding of broiler chickens [J]. *Poult Sci*, 1979, 58(3): 567-571.
- [8] Kasim Z A, Leeson S. Metabolizable energy utilization by broilers on different nutrient restriction programs [J]. *Poult Sci*, 1992, 71(1): 114.
- [9] Pinchasov Y, Jensen L S. Comparison of physical and chemical means of feed restriction in broiler chicks [J]. *Poult Sci*, 1989, 68(1): 61-69.
- [10] Mitchell H H. Comparative nutrition of mall and domestic animals [M]. New York: Academic Press, 1962.
- [11] Coon C N, Becker W A, Spencer J V. The effect of feeding high energy diets containing supplemental fat on broiler weight gain, feed efficiency, and carcass composition [J]. *Poultry Science*, Champaign, 1981, 60(5): 1264-1271.
- [12] Giachetto P F, Guerreiro E N, Ferro J A, et al. Performance and hormonal profile in broiler chickens fed with different energy levels during post restriction period [J]. *Brasilia* 2003, 38(6): 697-702.
- [13] 赵高, 黄艳群, 王清义, 等. 限饲对肉鸡生长及屠体性状的影响 [J]. *江西农业学报* 2008, 20(7): 80-81.
- [14] Palsson H, Juan B, Verges. Effects of the plane of nutrition on growth and the development of carcass quality in lambs. Part II. Effects on lambs of 30 lb. carcass weight [J]. *Agricultural Science*, 1952, 42(2): 93-149.
- [15] Kyriazakis I, Emmans G C. The growth of mammals following a period of nutritional limitation [J]. *Theor Biol*, 1992, 156(4): 485-498.
- [16] Ronaldo P, Ferraris, Qing Xue Cao, Shyam Prabhakaram. Chronic but not acute energy restriction increases intestinal nutrient transport in mice [J]. *Nutr* 2001, 131(3): 779-786.
- [17] 李燕, 康相涛, 孙桂荣, 等. 木寡糖对矮脚绿壳蛋鸡肠道长度及形态结构的影响 [J]. *饲料研究* 2007, 11(12): 67-69.
- [18] 曹兵海, 昝于明, 袁建敏, 等. 补偿性生长条件对肉鸡胸肉、腿肉重量及肠道重量与长度的影响 [J]. *中国农业大学学报* 2002, 7(1): 102-106.
- [19] Katanbaf M N, Dunnington E A, Siegel P B. Restricted feeding in early and late-feathering chickens. III. Organ size and carcass composition [J]. *Poultry Sci*, 1989, 68(3): 359-368.
- [20] Maria C N, Juan D B, María V A, et al. Dietary restriction induces biochemical and morphometric changes in the small intestine of nursing piglets [J]. *Nutrient Metabolism*, 1996, 126(4): 933-944.
- [21] 刘风华, 胡艳欣, 余锐萍, 等. 清凉冲剂对雏鸡增重和肠绒毛长度的影响 [J]. *畜牧兽医学报* 2005, 36(12): 1344-1346.
- [22] 徐光科. 清凉冲剂对鸡肠黏膜结构和黏膜免疫相关细胞的影响 [D]. 乌鲁木齐: 新疆农业大学, 2005.