

# 父母代固始鸡十二指肠的发育形态学观察

张书松, 李建华, 白晓辉, 康相涛, 袁文菊, 赵峰, 肖传斌

(河南农业大学 牧医工程学院, 河南 郑州 450002)

**[摘要]** 为了研究固始鸡十二指肠的生长发育规律和组织学特点,应用大体解剖学和组织切片技术,对 0~20 周龄父母代固始鸡的十二指肠进行了发育形态学研究,并用 Logistic 方程模型模拟十二指肠质量的生长变化。结果表明,随着周龄的增加,固始鸡十二指肠的长度、质量、周长、绒毛长度、肠腺隐窝深度、肠腺宽度及各肌层厚度均增大;十二指肠相对生长率、十二指肠指数和肠腺密度均呈下降趋势;肠绒毛有分支现象;淋巴组织的发育比较缓慢,到 6 周龄后才出现有淋巴小结。

**[关键词]** 固始鸡;十二指肠;发育形态学;Logistic 曲线方程

**[中图分类号]** S831.1

**[文献标识码]** A

**[文章编号]** 1671-9387(2007)09-0025-04

## On the developmental morphology of the duodenum of parental line of Gushi Chickens

ZHANG Shu-song, LI Jian-hua, BAI Xiao-hui, KANG Xiang-tao, YUAN Wen-ju, ZHAO Feng, XIAO Chuan-bin

(College of Animal Husbandry and Veterinary Medicine, He'nan Agricultural University, He'nan, Zhengzhou 450002, China)

**Abstract:** To study the law of growth and development and histology feature of Gushi chickens, the developmental morphology of the duodenum were observed with the technique of gross anatomy and histological section in the parental line of 0-20-week Gushi chickens. Logistic equations were set up to imitate the varying of the duodenum weight. Results showed that the length, weight, perimeter of the duodenum and intestinal villus length, intestinal glands recessus depth, intestinal gland width and the thickness of layers of muscles in Gushi chickens increased with the week age; relative growth of the duodenum, density of intestinal gland (GI. intestinal) and the duodenum index varied inversely with the week age; branches were found on the intestinal villus; the lymph tissue developed slowly, lymphonodulus could be observed since 6-week age.

**Key words:** Gushi chickens; duodenum; developmental morphology; logistic equation

固始鸡是我国著名的地方鸡品种,具有外观独特(青胫、青喙)、耐粗饲、抗病力强、肉质细嫩、风味独特等优点,在海内外久负盛名。明清时期为宫廷贡品,二十世纪五十年代开始出口港澳及东南亚地区,六七十年代曾被指定为京津沪的特供产品,素有

“中国土鸡之王”的美誉,固始鸡蛋也有“王牌蛋”之称。目前,在家禽消化器官的生长发育方面,已有关于泰和鸡、肉鸡、肉鸭、肉鹅等的相关报道<sup>[1-5]</sup>,但这些研究仅限于器官的宏观发育上,未见有组织学发育方面的报道;在鸟类消化器官的形态学研究方面,

†收稿日期] 2007-01-04

[基金项目] 国家“863”计划项目(2002AA242021)

[作者简介] 张书松(1952-),男,河南西平人,副教授,主要从事基础兽医学研究。E-mail: zss866@163.com。

[通讯作者] 肖传斌(1959-),男,河南固始人,教授,主要从事动物解剖学与组织学研究。E-mail: xcb1125@263.net。

已有对鸵鸟、鹌鹑、丹顶鹤等动物的报道<sup>[6-13]</sup>,但这些也只是静态的形态学资料;Mitjans 等<sup>[14]</sup>研究表明,鸡小肠粘膜面积随周龄的增加而增大;Iji 等<sup>[15]</sup>和 Nitsan 等<sup>[16]</sup>对鸡的小肠发育形态学做了类似的研究;Sell<sup>[17]</sup>等曾对火鸡的胚前及胚后发育做过研究。目前,有关固始鸡的选育、质量增加、能量需求及肌肉等方面的报道较多<sup>[18-21]</sup>,但有关固始鸡消化系统发育形态学方面的研究报道较少。为此,本试验对 0~20 周龄父母代固始鸡十二指肠的发育形态学进行了研究,以期探明固始鸡的生长发育规律和组织学发育特点提供理论参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

父母代固始鸡由河南农业大学固始鸡育种中心提供。

### 1.2 试验方法

分别于第 0,1,2,4,6,8,10,12,14,16,18,20 周龄时随机取父母代固始鸡 10 只,雌雄各半。称质量,颈动脉放血致死后背剖开腹腔,观察十二指肠的外形,用天平测定其质量,用软尺测量其长度、周长。取十二指肠中段约 1cm 肠段,用生理盐水冲洗干净,Carnoy 氏液中固定,经脱水、透明、浸蜡、包埋后,用 Leica 切片机切片,Leica 自动染色机常规 HE 染色,Leica Qwin 图像分析系统测定十二指肠的绒毛长度、肠腺隐窝深度、肠腺宽度、肠腺密度及各肌层厚度。

十二指肠相对生长率( $R$ )及十二指肠指数按下列公式计算:

$$R = 2 \frac{(W_1 - W_0)}{W_1 + W_0} \circ$$

式中, $W_0$ 为始质量(即前一次测定的十二指肠质量), $W_1$ 为末质量(即后一次测定的十二指肠质量)。

十二指肠指数 = 十二指肠质量/同期固始鸡的体重。

### 1.3 数据处理

动物的生长在统计学上呈拉长的“S”型曲线,而 Logistic 曲线方程广泛应用于动植物,特别是一些发育相对较慢动物的生长发育和繁殖过程等研究,可以找到动植物生长的最速点,也就是动植物生长达到最大速度的时间点,通常称为生长拐点<sup>[2,22-23]</sup>。生长拐点可以“天”或“周龄”为单位报道,本研究取后者,故又称拐点周龄。

Logistic 模型:  $Y = B / (1 + ae^{-Kt})$

生长拐点:  $t = \ln a / K$

式中, $Y$ 指周龄为  $t$  时的预测质量, $a$ 为常数尺度, $B$ 为极限生长量, $K$ 为瞬时相对增长率。

用 SPSS 11.0 进行数据处理及回归分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 固始鸡十二指肠解剖学结构的观测结果

#### 2.1.1 固始鸡十二指肠解剖学结构的观察结果

经观察可知,固始鸡十二指肠较短,沿肌胃右侧和右腹壁(即近端的升祥和远端的降祥)形成一个较长的 U 形祥,胰腺位于其间。胰管和胆囊管开口于十二指肠的升祥,开口处是十二指肠和空肠的分界。

#### 2.1.2 固始鸡十二指肠解剖常数的测定结果 (1)

十二指肠的质量。从表 1 可以看出,相同周龄时,公鸡十二指肠的质量大于母鸡。用 logistic 模型  $Y = B / (1 + ae^{-Kt})$  模拟固始鸡十二指肠质量的变化,得到其生长方程:

$$Y = 9.72 / (1 + 15.31e^{-0.33t}) ,$$

$$Y = 8.29 / (1 + 12.50e^{-0.31t}) \circ$$

经<sup>2</sup>检验可知<sup>[22,24]</sup>,方程拟合较好。根据公式  $t = \ln a / K$ ,得到拐点周龄  $t$ ,公鸡:  $t = 8.34$ ,母鸡:  $t = 8.17$ ;由固始鸡十二指肠的生长方程可知,公鸡的极限生长量为 9.72 g,母鸡为 8.29 g。

用以上方程分别计算公鸡和母鸡各周龄的预测质量,以预测质量计算十二指肠的相对增长率,结果见表 2。从表 2 可以看出,随着周龄的增加,公鸡和母鸡十二指肠的相对增长率均呈下降趋势。2 周龄时十二指肠的相对增长率最高;8 周龄前公鸡的十二指肠相对生长率高于母鸡;8 周龄后母鸡十二指肠相对生长率高于公鸡。

固始鸡的十二指肠指数如表 3 所示。从表 3 可以看出,随着周龄的增加,公鸡和母鸡的十二指肠指数均呈下降趋势。8 周龄前十二指肠指数相对较稳定,维持在 0.9 % 以上,之后下降较快。说明十二指肠质量的增加幅度小于同期体重。

(2) 十二指肠的长度。从表 1 可以看出,相同周龄时,公鸡的十二指肠长度大于母鸡。从表 4 可以看出,随着周龄的增加,各周龄固始鸡的十二指肠长度占 20 周龄时十二指肠长度的比例逐渐增大。1~8 周龄时,各周龄十二指肠长度占 20 周龄时十二指肠长度的比例增加较快,10 周龄后明显减慢,至 16 周龄时,十二指肠的长度已接近 20 周龄。

表 1 父母代固始鸡十二指肠的质量、长度及周长

Table 1 Measurement of weight ,length and perimeter of duodenum of parental line of Gushi chickens

周龄 Week	质量/g Weight		长度/cm Length		周长/cm Perimeter	
1	0.663 ±0.12	0.654 ±0.26	13.05 ±1.01	12.28 ±1.37	0.93 ±0.05	0.90 ±0.17
2	0.980 ±0.22	0.800 ±0.09	16.35 ±0.83	14.00 ±0.35	1.05 ±0.17	1.03 ±0.10
4	2.046 ±0.14	1.722 ±0.56	19.38 ±1.56	18.53 ±1.48	1.40 ±0.08	1.30 ±0.14
6	2.971 ±0.18	2.800 ±0.72	21.33 ±3.13	21.00 ±3.01	1.45 ±0.13	1.33 ±0.06
8	4.627 ±0.91	4.383 ±0.85	23.28 ±5.52	22.75 ±2.47	1.45 ±0.06	1.60 ±0.28
10	6.460 ±1.31	5.604 ±1.50	24.33 ±2.48	24.05 ±4.21	1.80 ±0.00	1.50 ±0.10
12	7.195 ±1.84	6.095 ±1.53	25.50 ±2.57	24.50 ±2.04	1.85 ±0.07	1.70 ±0.10
14	8.255 ±2.68	6.569 ±0.48	26.43 ±4.25	24.55 ±1.06	2.15 ±0.07	1.98 ±0.13
16	8.999 ±1.23	7.561 ±1.84	28.40 ±2.26	25.98 ±3.19	2.20 ±0.10	2.05 ±0.17
18	9.448 ±0.40	7.966 ±2.11	30.40 ±2.99	26.70 ±0.42	2.03 ±0.12	2.03 ±0.26
20	9.541 ±0.23	8.436 ±0.26	29.45 ±1.49	27.53 ±3.09	2.20 ±0.42	2.00 ±0.10

表 2 父母代固始鸡十二指肠的相对生长率

Table 2 Relative growth of the duodenum of parental line of Gushi chickens

性别 Gender	周龄 Week										
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
-		58.7	54.6	48.2	39.2	28.9	19.1	11.5	6.5	3.6	1.9
-		55.4	51.9	46.5	38.9	29.8	20.8	13.3	8.0	4.6	2.6

表 3 父母代固始鸡十二指肠的指数

Table 3 Rates of duodenum weights to avoiddupois of parental line of Gushi chickens

性别 Gender	周龄 Week										
	1	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
	1.00	0.90	1.01	0.93	0.93	0.87	0.85	0.82	0.71	0.71	0.64
	1.18	0.93	1.06	0.97	0.98	0.90	0.90	0.82	0.76	0.77	0.73

表 4 各周龄父母代固始鸡十二指肠长度占 20 周龄十二指肠长度的比例

Table 4 Ratio of duodenum lengths of parental line of Gushi chickens at different ages to those at 20-week age %

性别 Gender	周龄 Week										
	1	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
	44	56	66	72	79	83	87	90	96	103	100
	45	51	67	76	83	87	89	89	94	97	100

(3) 十二指肠的周长。从表 1 可以看出, 相同周龄时, 公鸡的十二指肠周长大于母鸡。至 14 周龄时, 固始鸡十二指肠的周长达稳定水平, 与 20 周龄时相近。

2.2 固始鸡十二指肠组织学结构的观测结果

经观察可知, 与其他禽类一样, 固始鸡十二指肠由内向外由黏膜层、黏膜下层、肌层和浆膜 4 层组成。

2.2.1 黏膜层 黏膜层由上皮、固有层和黏膜肌层组成。

上皮是单层柱状上皮, 由大量吸收细胞和参杂其间的杯状细胞构成。吸收细胞的胞核呈球形, 位于细胞中央或偏基底部; 杯状细胞呈空泡状, 数量较少, 染色较淡。

在不同发育阶段的十二指肠固有层内未见有中央乳糜管。4 周龄前未见有淋巴小结存在; 6~10 周

龄偶见有散在的淋巴小结, 位于肠绒毛中部固有层内; 12 周龄后淋巴小结数目明显增多, 局部甚至形成淋巴集结, 位于绒毛中部或基部固有层内。在有淋巴小结或淋巴集结的部位, 肠绒毛往往比较粗大。上皮层下陷于固有层内形成许多单管状的小肠腺(肠腺隐窝), 腺上皮的细胞结构与肠绒毛相似。初期腺腔较小, 随着周龄的增加, 腺腔慢慢增大。

黏膜肌层由内环肌和外纵肌两层平滑肌组成。内环肌很薄, 大部分伸入到肠绒毛内, 弥散分布于肠绒毛的固有层内; 与内环肌相比, 外纵肌较厚, 0, 10 和 20 周龄时的外纵肌厚度分别为 6.87, 27.63 和 31.00 μm。

2.2.2 黏膜下层、肌层和浆膜 黏膜下层很薄, 有的地方甚至缺失, 由疏松结缔组织构成。

肌层比较发达, 由内环肌和外纵肌两层平滑肌组成, 肌间分布有血管和神经。内环肌较厚, 0, 10

和 20 周龄时的内环肌厚度分别为 45.62, 90.86 和 153.31  $\mu\text{m}$ ; 外纵肌较薄, 0, 10 和 20 周龄时的外纵肌厚度分别为 11.25, 19.08 和 25.26  $\mu\text{m}$ 。

浆膜非常薄, 染色较淡, 有小血管分布, 由疏松结缔组织构成。

表 5 父母代固始鸡十二指肠的绒毛长度、肠腺隐窝深度、肠腺宽度和密度

Table 5 Measurement of villus length, recessus depth and GI. intestinal width and density of parental line of Gushi chickens

周龄 Week	绒毛长度/ $\mu\text{m}$ Length of villi		肠腺隐窝深度/ $\mu\text{m}$ Depth of recessus		肠腺宽度/ $\mu\text{m}$ Width of GI. intestinal		肠腺密度/(个· $\text{mm}^{-1}$ ) Destiny of GI. intestinal	
0	262.4 $\pm$ 26.3	214.1 $\pm$ 48.0	44.4 $\pm$ 3.7	34.7 $\pm$ 8.4	34.4 $\pm$ 6.0	28.2 $\pm$ 2.7	20.0 $\pm$ 3.0	20.8 $\pm$ 5.3
1	574.4 $\pm$ 42.2	508.3 $\pm$ 83.2	164.6 $\pm$ 38.6	160.2 $\pm$ 28.1	40.7 $\pm$ 3.6	35.1 $\pm$ 6.4	20.3 $\pm$ 2.5	23.5 $\pm$ 5.3
2	654.6 $\pm$ 79.1	604.1 $\pm$ 49.0	243.5 $\pm$ 30.2	202.4 $\pm$ 44.3	46.6 $\pm$ 7.2	32.9 $\pm$ 2.5	21.3 $\pm$ 2.5	26.3 $\pm$ 1.3
4	879.0 $\pm$ 32.1	843.3 $\pm$ 82.8	277.1 $\pm$ 37.7	276.4 $\pm$ 26.8	46.4 $\pm$ 3.4	45.0 $\pm$ 6.5	20.8 $\pm$ 2.5	18.3 $\pm$ 4.0
6	815.8 $\pm$ 21.4	853.0 $\pm$ 147.8	292.4 $\pm$ 22.4	264.8 $\pm$ 36.0	55.4 $\pm$ 5.8	42.4 $\pm$ 2.6	20.8 $\pm$ 4.3	19.8 $\pm$ 3.1
8	926.0 $\pm$ 65.8	868.2 $\pm$ 43.1	297.1 $\pm$ 24.9	243.3 $\pm$ 26.1	50.6 $\pm$ 8.7	46.2 $\pm$ 2.2	18.0 $\pm$ 3.0	19.3 $\pm$ 4.5
10	1 136.6 $\pm$ 126.3	989.2 $\pm$ 84.8	313.3 $\pm$ 27.5	323.3 $\pm$ 64.4	50.5 $\pm$ 6.8	49.0 $\pm$ 6.1	17.0 $\pm$ 1.5	16.3 $\pm$ 1.8
12	1 152.1 $\pm$ 201.3	1 375.1 $\pm$ 235.3	281.3 $\pm$ 43.2	292.2 $\pm$ 54.5	49.3 $\pm$ 7.2	42.2 $\pm$ 4.3	18.9 $\pm$ 2.5	19.5 $\pm$ 3.1
14	1 123.8 $\pm$ 148.2	1 073.7 $\pm$ 141.1	328.2 $\pm$ 61.6	263.6 $\pm$ 46.8	51.6 $\pm$ 7.4	50.1 $\pm$ 5.3	18.0 $\pm$ 3.0	18.0 $\pm$ 2.5
16	1 203.3 $\pm$ 185.0	1 052.6 $\pm$ 159.6	305.8 $\pm$ 62.3	326.9 $\pm$ 36.4	51.0 $\pm$ 7.2	52.5 $\pm$ 6.4	17.3 $\pm$ 3.0	16.0 $\pm$ 1.8
18	1 100.8 $\pm$ 41.0	1 067.3 $\pm$ 148.0	331.3 $\pm$ 39.4	264.3 $\pm$ 17.7	56.9 $\pm$ 4.1	54.9 $\pm$ 3.7	15.5 $\pm$ 2.5	15.3 $\pm$ 1.8
20	1 122.3 $\pm$ 60.1	1 073.1 $\pm$ 53.2	244.6 $\pm$ 26.4	248.4 $\pm$ 30.3	52.2 $\pm$ 5.3	50.5 $\pm$ 8.4	14.8 $\pm$ 3.0	18.0 $\pm$ 3.1

从表 5 可以看出, 0~4 周龄, 绒毛长度增长迅速, 6~10 周龄增长较缓慢, 10 周龄后趋于稳定, 为 1.1~1.4 mm。0~4 周龄, 肠腺隐窝深度增加比较明显, 特别是在 0~1 周龄增长最快; 4 周龄后隐窝深度趋于稳定, 为 240~330  $\mu\text{m}$ 。肠腺宽度在固始鸡出生时就有较大的基数, 肠腺宽度除 0~1 周龄增加明显外, 之后其增加非常缓慢, 4 周龄后逐渐趋于稳定, 为 40~60  $\mu\text{m}$ 。0~20 周龄, 肠腺密度的变化幅度较小, 但总体上呈下降的趋势。这与肠腺宽度的增加有关。因为肠腺宽度增加, 单位距离内肠腺的数目减少, 即肠腺密度减小。在以上指标中, 除肠腺密度外, 其他指标公鸡要高于母鸡。

### 3 讨论与结论

本研究结果表明, 固始鸡十二指肠的质量增长符合 Logistic 模型, 固始鸡十二指肠质量生长方程分别为:  $Y = 9.72 / (1 + 15.31e^{-0.33t})$ ,  $Y = 8.29 / (1 + 12.50e^{-0.31t})$ , 其生长拐点分别为 8.34 周和 8.17 周; 公鸡十二指肠的质量高于母鸡, 公鸡和母鸡十二指肠的极限生长量分别为 9.72 和 8.29 g; 十二指肠相对生长率在固始鸡 2 周龄最高, 随周龄增加而下降, 这与黎观红等<sup>[1]</sup>对泰和鸡小肠的研究结果一致。十二指肠质量约占固始鸡体重的 0.7%~1%, 周龄越大其所占比例越小, 表明十二指肠质量增加幅度小于同期体重, 这与前人在肉鸭和肉鹅上的研究报道一致<sup>[4,5]</sup>。十二指肠是营养物质消化吸收的起始部位, 本研究中而固始鸡十二指肠的生长拐点在 8 周龄后, 故在生产上加强固始鸡 8

周龄前后的营养供应以促进十二指肠的发育, 进而影响鸡的体重发育。

本研究中, 固始鸡十二指肠绒毛有分支现象, 未见有中央乳糜管, 粘膜下层未见有十二指肠腺, 这与罗克<sup>[25]</sup>的研究结果一致; 随着周龄的增加, 除肠腺密度减少外, 固始鸡的绒毛长度、肠腺隐窝深度、肠腺宽度及各肌层的厚度均增大, 这与 Iji 等<sup>[15]</sup>的研究结果一致。本研究中, 十二指肠绒毛长度和肠腺隐窝深度在 4 周龄前均增长明显, 绒毛长度 10 周龄后稳定在 1.1~1.4 mm; 肠腺隐窝深度稳定在 240~330  $\mu\text{m}$ ; 肠腺宽度变化不明显, 4 周龄后稳定在 40~60  $\mu\text{m}$ 。肌层的增厚也是肠管发育的一个标志, 本研究中, 黏膜肌层由内环肌和外纵肌组成, 且内环肌较薄, 外纵肌较厚, 而东方白鹳<sup>[9]</sup>和黑颈鹤<sup>[13]</sup>的黏膜肌层结构正好与此相反。本研究中, 固始鸡淋巴组织的发育比较缓慢, 特别是 6 周龄前, 固始鸡肠道中的免疫组织不够健全, 应注意此间的饲料卫生安全, 防止肠道疾病的发生。

#### [参考文献]

- [1] 黎观红, 瞿明仁, 晏向华, 等. 泰和鸡早期(0~12 周龄)内脏器官生长发育规律的研究[J]. 经济动物学报, 2005, 9(1): 35-38.
- [2] 吉俊玲, 秦毫荣, 魏忠义. 艾维茵(Avine)父母代母鸡内脏器官生长发育规律研究[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2002(5): 11-12.
- [3] 房兴堂, 王景明, 雷丛, 等. 肉鸡消化器官生长规律的研究[J]. 畜禽业, 1999(1): 12-14.
- [4] 夏来发, 卢永红, 朱祖明, 等. 肉鸭消化器官生长发育规律初探[J]. 上海农业学报, 1994, 10(2): 22-28.

(下转第 34 页)

- [5] 刘开永. 黄霉素在水产中的应用初探[J]. 河北渔业, 2004(1): 3-4, 17.
- [6] National Research Council (NRC). Nutrient Requirements of Fish[M]. Washington D C: National Academy Press, 1993.
- [7] 张满隆, 邓理. 黄霉素在鲫鱼饲料中作用试验[J]. 水利渔业, 2003, 23(2): 39-40.
- [8] 罗莉, 梁全权, 唐显虹, 等. 国产和进口黄霉素对草鱼生产性能的比较[J]. 饲料博览, 2005(6): 43-45.
- [9] 东秀珠, 蔡妙英. 常见细菌系统鉴定手册[M]. 北京: 科学出版社, 2001.
- [10] Holt J G, Krieg N R, Sneath P H A, et al. Bergey's manual of determinative bacteriology [M]. 9th Edition. Williams & Wilkins: Baltimore, 1993.
- [11] 李静, 陈昌福. 草鱼肾脏吞噬细胞吞噬活性的研究[J]. 四川大学学报: 自然科学版, 1999, 36(5): 931-935.
- [12] 陈昌福, 纪国良. 草鱼血清、体表和肠液中溶菌酶物质活性及特征[J]. 华中农业大学学报, 1992, 11(3): 276-279.
- [13] Panigrahi A, Kiran V, Puangkaew J. The viability of probiotic bacteria as a factor influencing the immune response in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* [J]. Aquaculture, 2005, 243: 241-254.
- [14] 郭峰. 红细胞免疫功能的初步研究[J]. 中华医学杂志, 1982, 62(12): 715-716.
- [15] 杜念兴. 兽医免疫学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1995: 210-213.
- [16] 谢骏, 黄樟翰, 卢迈新, 等. 黄霉素对日本鳗促生长效果的研究[J]. 饲料工业, 2000, 21(4): 26-27.
- [17] 韩友文. 黄霉素——一种无公害的饲用抗生素[J]. 饲料博览, 2004(1): 45-47.
- [18] 李光辉. 抗菌药物对吞噬细胞功能的影响[J]. 国外医学内科学分册, 1998, 25(12): 523-529.
- [19] 黎勇. 抗生素免疫调节作用的研究进展[J]. 内江师范学院学报, 2005, 20(4): 77-80.
- [20] 佟建明, 张日俊, 萨仁娜, 等. 持续、低剂量金霉素对肉仔鸡免疫机能的抑制作用研究[J]. 中国农业科学, 2001, 34(2): 200-204.
- [21] 李莉, 陈昌福. 抗生素对中华鳖血液白细胞吞噬活性影响的研究[J]. 淡水渔业, 2000, 30(8): 27-29.
- [22] 葛莉莉. 鱼类肠道菌群研究概况[J]. 水利渔业, 2006, 26(4): 17-20.
- [23] 汤伏生, 朱晓燕, 张兴忠. 鲤鱼肠道细菌及其淀粉酶对宿主消化的影响[J]. 水产学报, 1994, 18(3): 177-182.
- [24] Siriat R, Sombat R, Somkiat P, et al. Immunity enhancement in black tiger shrimp by a probiotic bacterium [J]. Aquaculture, 2000, 191: 271-288.
- [25] Sami N, Arthur C O, GÖran B, et al. Immune enhancement in rainbow trout by potential probiotic bacteria [J]. Fish & Shellfish Immunology, 2003, 15: 443-452.
- [26] 毕晋明, 王永军. 动物肠道益生菌的生理功能及其在动物生产中的应用[J]. 饲料广角, 2006(11): 41-42.

## (上接第 28 页)

- [5] 何大乾, 孙国荣, 沈洪民, 等. 肉鹅消化器官生长发育规律初探[J]. 上海农业学报, 2005, 21(3): 59-63.
- [6] 徐亚平, 肖传斌, 李奎, 等. 非洲鸵鸟主要消化器官的观测[J]. 畜牧与兽医, 2005, 37(7): 44-46.
- [7] 肖传斌, 刘忠虎, 梁宏德, 等. 非洲鸵鸟食管组织学观察[J]. 河南农业大学学报, 2005, 39(1): 102-105.
- [8] 沈霞芬, 李秀云, 曹永汉, 等. 朱鹮消化系统的组织学观察[J]. 西北农业大学学报, 1998, 26(2): 75-79.
- [9] 贾东平, 彭克美, 姜国彦, 等. 东方白鹳消化器官的组织学研究: 二[J]. 野生动物, 1991, 59(6): 46-47.
- [10] 张子慧, 肖方, 袁伟静, 等. 一雄性丹顶鹤消化系统组织学观察[J]. 动物学杂志, 1999, 34(3): 39-40.
- [11] 彭克美, 冯悦平, 张登荣, 等. 鹈鹕消化器官的形态学研究[J]. 中国兽医学报, 1996, 16(4): 411-413.
- [12] 刘自逵, 刘进辉, 黄复深, 等. 秃鹫消化系统的解剖观察[J]. 经济动物学报, 1998, 2(3): 39-43.
- [13] 张子慧, 肖方. 黑颈鹤消化道的组织形态学观察[J]. 首都师范大学学报: 自然科学版, 2000, 21(1): 48-50.
- [14] Mitjans M, Bamiol G, Ferrer R. Mucosal surface area in chicken small intestine during development [J]. Cell and Tissue Research, 1997, 290(1): 71-78.
- [15] Iji P A, Saki A, Tivey D R. Body and intestinal growth of broiler chicks on a commercial starter diet 1. Intestinal weight and mucosal development [J]. British Poultry Science, 2001, 42(4): 505-513.
- [16] Nistan Z, Ben-Avraham G, Zoref Z, et al. Growth and development of the digestive organs and some enzymes in broiler chicks after hatching [J]. British Poultry Science, 1991, 32(3): 515-523.
- [17] Sell J I, Angel C R, Piquer F, et al. Developmental patterns of selected characteristics of the gastrointestinal tract of young turkeys [J]. Poultry Science, 1991, 70(5): 1200-1205.
- [18] 刘永成. 固始鸡选育研究及其开发利用[J]. 农业科技通讯, 2000, 15(3): 19-20.
- [19] 魏法山, 韩瑞丽, 康相涛, 等. 不同性别固始鸡生长曲线的分析[J]. 河南畜牧兽医, 2005, 26(6): 4-5, 51.
- [20] 康相涛, 田亚东, 竹学军. 5~8 周龄固始鸡能量和蛋白质需要量的研究[J]. 中国畜牧杂志, 2002, 38(5): 3-6.
- [21] 魏法山, 康相涛, 李国喜, 等. 固始鸡生长过程中不同类型肌纤维面积比变化[J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2006, 34(2): 7-11.
- [22] 崔党群. Logistic 曲线方程的解析与拟合优度测验[J]. 数理统计与管理, 2005, 24(1): 112-115.
- [23] 明道绪. 生物统计附实验设计[M]. 3 版. 北京: 中国农业出版社, 2002: 196-198.
- [24] 孙振绮, 丁效华. 概率论与数理统计[M]. 北京: 机械工业出版社, 2006: 247.
- [25] 罗克. 家禽解剖学与组织学[M]. 福州: 福建科学技术出版社, 1983: 65-68.