

## 鸸鹋与火鸡和公鸡对饲料纤维消化性能的比较研究

何宁<sup>1</sup> 方小文<sup>2</sup> 董娜<sup>1</sup> 黄胜平<sup>3</sup> 曹兵海<sup>1</sup> 芮于明<sup>1</sup>

(1. 中国农业大学 动物科技学院,北京 100094; 2. 广东省英吉利实业有限公司,广州 510420;  
3. 国家珍禽南方繁育基地,广州 510420)

**摘要** 使用5月龄和7月龄的鸸鹋和火鸡及成年公鸡比较了饲料纤维成分的消化性能在月龄及3种动物之间的差异。结果:1) 鸸鹋对粗纤维(CF)、酸性洗涤纤维(ADF)及中性洗涤纤维(NDF)的采食量、排泄量及消化量在各月龄段都显著大于火鸡和公鸡( $P < 0.05$ ); 2) 5月龄时的鸸鹋对CF和ADF的消化率有高于火鸡和鸡的趋势,并在7月龄表现出了显著差异( $P < 0.05$ ); 3) 鸸鹋的NDF消化率在2个月龄段都显著高于火鸡和公鸡( $P < 0.05$ ); 4) 鸸鹋对CF、ADF及NDF的消化率因月龄的增加而显著增加( $P < 0.05$ )。本研究结果表明,所有试验动物在各月龄段对各种纤维组分均有不同程度的消化,但鸸鹋对CF、ADF及NDF的消化能力,不论是消化量还是消化率都高于火鸡和公鸡,特别是月龄的增加能显著提高鸸鹋对这3种纤维组分的消化能力( $P < 0.05$ )。

**关键词** 鸸鹋; 火鸡; 公鸡; 纤维; 消化性能

中图分类号 S 831.4; S 831.5

文章编号 1007-4333(2003)05-0105-05

文献标识码 A

### Comparative study of digestive performance on dietary fibers in Emus, Turkeys and Cocks

He Ning<sup>1</sup>, Fang Xiaowen<sup>2</sup>, Dong Na<sup>1</sup>, Huang Shengping<sup>3</sup>, Cao Binghai<sup>1</sup>, Guo Yuming<sup>1</sup>

(1. College of Animal Science and Technology, China Agricultural University, Beijing 100094, China;

2. Guangdong Ying Ji Li Industrial Co. Ltd., Guangzhou 510420, China;

3. Southern Precious Poultry Breeding Base of China, Guangzhou 510420, China)

**Abstract** The study compared the difference of digestive performance on dietary fibers in 5 and 7-month old Emus, the same old Turkeys and adult Cocks. The results showed that 1) the intakes, excretion and digestion of crude fiber (CF), acid detergent fiber (ADF) and neutral detergent fiber (NDF) in Emus were higher than that in Turkeys and Cocks ( $P < 0.05$ ); 2) digestibility of CF and ADF tended to become higher in Emus at 5-month old than in Turkeys and Cocks, but this tendency became significances ( $P < 0.05$ ) at 7-month old; 3) compared with Cocks and Turkeys, NDF digestibility of Emus was significantly higher at 5 and 7-month old ( $P < 0.05$ ); 4) digestibility of CF, ADF and NDF in the Emus increased significantly according to the increase in age ( $P < 0.05$ ). It is concluded that all trial animals were able to digest different fibers although the degrees differed, and the digestive capability over the fibers of Emus is higher than of Cocks and Turkeys at digestion or digestibility, especially, this capability of Emus is greatly increased by increase in age.

**Key words** Emus; Turkeys; Cocks; fibers; digestive performance

鸸鹋(Emu, *Dromaius novaehollandiae*)原产于澳大利亚,成年体重约50 kg,是仅次于非洲鸵鸟的第二大平胸鸟(ratite)。规模化人工养殖鸸鹋1970年在澳大利亚尝试进行,当时主要以生产皮革为目的,而规模化人工养殖技术的成功是在1987年<sup>[1]</sup>,因此鸸鹋的人工养殖历史还很短。之后,由于证明鸸鹋

油具有消肿止痛<sup>[2]</sup>、渗透性强和持水力高<sup>[3]</sup>以及鸸鹋肉高蛋白、低脂肪<sup>[4]</sup>等特点,使得鸸鹋产品在制药、化妆品、食品以及皮革加工领域得到迅速开发,由此推动了鸸鹋养殖规模在澳大利亚、美国、中国以及欧洲的迅速扩大<sup>[1]</sup>。在中国大陆,除西藏自治区之外,各省都有不同规模商业性养殖活动,截至

收稿日期:2003-06-06

基金项目:广东英吉利实业有限公司资助项目

作者简介:何宁,硕士研究生;曹兵海,副教授,联系作者,主要从事营养代谢利用与畜产品品质关系研究, E-mail: caobh@cau.edu.cn; Tel: 010-62893850

2003-05,仅广东省的存栏量已超过4万只(为广东英吉利实业有限公司现存栏数)。

鸚鵡属于草食性走禽,适应原产地澳大利亚的严酷条件,能完全依靠植物茎叶生存,所以一般认为鸚鵡能有效消化利用纤维。但是,一些研究仍对鸚鵡的纤维消化利用能力存在分歧,例如,Davies等<sup>[5]</sup>认为鸚鵡肠道短,对纤维成分的发酵消化能力低,Farrell等<sup>[6]</sup>也报道鸚鵡对苜蓿纤维成分的消化率比鸡还低。与此相反,Herd与Dawson<sup>[7]</sup>认为鸚鵡的纤维消化利用能力很强,成年鸚鵡的研究表明,尽管鸚鵡的消化道短,饲料通过肠道内的时间只有4.6h,但是当饲料中的中性洗涤纤维(NDF)含量在45%时,鸚鵡能从NDF中获得相当于饲料代谢能的63%、维持能量的50%。出现分歧的原因之一是没有在同一纤维种类的条件下进行比较。

由于相关的研究很少且仅有的报道数据又相差很大,因此很难判断纤维在鸚鵡饲料中的适宜含量。这种研究的滞后导致目前在实际生产上不得不借用鸡或火鸡的营养标准调制饲料,在喂给配合饲料时再适当地补充青绿饲料。因此有必要调查鸚鵡对纤维的消化能力以及与鸡或者火鸡在对纤维的消化性能上的差异。

本研究在2个月龄段检验了鸚鵡对饲料纤维成分的消化能力,并与鸡和火鸡进行了比较。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验动物

试验1 选用20只5月龄鸚鵡(平均体重 $(6.49 \pm 2.05)$  kg)、16只5月龄火鸡(平均体重 $(1.84 \pm 0.47)$  kg)和6只15月龄矮脚公鸡(平均体重 $(1.80 \pm 0.19)$  kg)。鸚鵡和火鸡以2只为一重复随机分成10重复和8重复,矮脚公鸡1只为一重复。

试验2 选用12只7月龄鸚鵡(平均体重 $(17.4 \pm 1.4)$  kg)、16只7月龄火鸡(平均体重 $(3.57 \pm 0.64)$  kg)和6只17月龄矮脚公鸡(平均体重 $(1.81 \pm 0.16)$  kg)。火鸡和矮脚公鸡的重复同试验1。

### 1.2 试验饲料与饲养

试验饲料组成见表1。所有试验动物均以重复为单位在不锈钢质代谢笼内饲养。自由采食,自由饮水。

### 1.3 采样与记录

试验期间每天上午8:30收集、称量剩余饲料,把前日饲喂量与剩余饲料量的差作为饲料采食量。从试验的第21天开始,连续3天每天上午8:30收集全部排泄物。为了防止排泄物内微生物的继续发酵,对刚收集的排泄物以 $0.2 \text{ mL} \cdot \text{g}^{-1}$ 剂量喷雾10%的盐酸,在52℃下进行鼓风干燥、称重、粉碎、分样保存。

表1 试验饲料组成

Table 1 Composition of trial diet

原料	试验		营养水平	%	
	试验1	试验2		试验1	试验2
玉米	49.16	63.08	代谢能/MJ $\text{kg}^{-1}$	12.17	12.29
豆粕	31.80	13.96	粗蛋白*/%	30.36	13.95
鱼粉	12.30	—	粗脂肪*/%	4.48	4.49
麦麸	—	16.97	CF*/%	4.14	4.04
苜蓿	3.00	—	ADF*/%	5.19	5.37
豆油	2.20	3.26	NDF*/%	18.09	20.89
食盐	—	0.32			
石粉	0.95	1.46			
氢钙	0.17	0.89			
蛋氨酸	0.20	—			
添加剂 <sup>1)</sup>	0.04	0.06			
合计	100.00	100.00	( *为实测值)		

注:提供维生素:试验1:(以下 $\text{kIU} \cdot \text{kg}^{-1}$ )VA 10、VD<sub>3</sub> 2、VE 5;(以下 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ )VK<sub>3</sub> 2、VB<sub>1</sub> 2、VB<sub>2</sub> 6、VB<sub>6</sub> 4、VB<sub>12</sub> 0.02、烟酸1、泛酸钙12、生物素0.1;

试验2:(以下 $\text{kIU} \cdot \text{kg}^{-1}$ )VA 15、VD<sub>3</sub> 3、VE 7.5;(以下 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ )VK<sub>3</sub> 3、VB<sub>1</sub> 3、VB<sub>2</sub> 9、VB<sub>6</sub> 6、VB<sub>12</sub> 0.03、烟酸1.5、泛酸钙18、生物素0.15;

提供微量元素( $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ )试验1:Cu 0.8、Fe 8、Mn 10、Zn 7.5、Se 0.015、I 0.035; 试验2:Cu 1.2、Fe 12、Mn 15、Zn 11.25、Se 0.022 5、I 0.052 5。

### 1.4 化学分析

对排泄物和饲料中的 CF、ADF 及 NDF 分别采用 Van Soest<sup>[8]</sup>、Van Soest 等<sup>[9]</sup>及 AOAC<sup>[10]</sup>的方法进行测定。

### 1.5 统计分析

采用 SPSS 软件 (Ver. 10.0) 对试验数据先进行单因子方差分析, 然后对平均值采用 LSD 多重比较法检验同一试验中不同试验动物之间差异的显著性 ( $P < 0.05$ ), 用 t 检验比较同种试验动物在不同月龄之间差异的显著性。

## 2 结 果

1) CF、ADF 和 NDF 的采食量、排泄量、消化量及消化率在 3 种动物趋势相同, 即, 鸸鹋 > 火鸡 > 公鸡, 并且不受月龄变化的影响 (表 2、3、4)。现将不同点总结如下:

2) CF 的消化率 (表 2) 在鸸鹋 7 月龄时才在 3 种动物之间表现出了显著差异 ( $P < 0.05$ )。另一方面, 月龄的增加显著增加了 3 种动物对 CF 的进食量和排泄量 ( $P < 0.05$ ), 同时也显著提高了鸸鹋对 CF 的消化量和消化率 ( $P < 0.05$ )。

3) ADF 的消化率 (表 3) 在鸸鹋 5 月龄时在 3 种动物之间有显著差异 ( $P < 0.05$ )。另一方面, 月龄的增加显著提高了 3 种动物对 ADF 的采食量、排泄量、消化量及消化率 ( $P < 0.05$ )。

4) NDF 的消化率 (表 4) 虽然在鸸鹋 5 月龄时的 3 种动物之间有显著差异 ( $P < 0.05$ ), 但到了 7 月龄, 只在鸸鹋或火鸡与公鸡之间表现出了显著性差异 ( $P < 0.05$ )。另一方面, 月龄的增加显著增加了鸸鹋、火鸡及公鸡对 NDF 的进食量和排泄量 ( $P < 0.05$ ), 同时也显著提高了鸸鹋和火鸡对 NDF 的消化量和消化率 ( $P < 0.05$ )。

表 2 鸸鹋、火鸡和公鸡对 CF 的消化性能  
Table 2 CF digestive performance in emus, turkeys and cocks

动 物	月龄	采食量/g	排泄量/g	利用量/g	消化率/%
试验 1 鸸鹋	5	16.81 ± 2.07 aA	15.07 ± 1.89 aA	1.74 ± 0.21 aA	10.40 ± 0.56 A
火鸡	5	10.82 ± 0.31 bA	9.90 ± 0.32 bA	0.92 ± 0.05 b	8.60 ± 0.63
公鸡	15	3.04 ± 0.22 cA	2.82 ± 0.20 cA	0.22 ± 0.03 c	7.28 ± 0.62
试验 2 鸸鹋	7	29.92 ± 2.06 dB	25.56 ± 1.62 dB	4.36 ± 0.47 dB	14.58 ± 0.67 dB
火鸡	7	13.25 ± 1.21 eB	11.99 ± 1.10 eB	1.26 ± 0.18 e	9.55 ± 0.99 e
公鸡	17	4.28 ± 0.22 fB	3.93 ± 0.22 fB	0.35 ± 0.03 f	8.07 ± 0.60 e

注: 同列 a、b、c 或 d、e、f 之间及同列同种动物 A、B 之间有显著差异 ( $P < 0.05$ )。下同。

表 3 鸸鹋、火鸡和公鸡对 ADF 的消化性能  
Table 3 ADF digestive performance in emus, turkeys and cocks

动 物	月龄	采食量/g	排泄量/g	利用量/g	消化率/%
试验 1 鸸鹋	5	21.11 ± 2.66 aA	19.24 ± 2.43 aA	1.37 ± 0.29 aA	6.49 ± 0.66 A
火鸡	5	13.55 ± 0.44 bA	12.78 ± 0.35 bA	0.78 ± 0.16 bA	5.61 ± 1.13 A
公鸡	15	3.81 ± 0.28 cA	3.63 ± 0.26 cA	0.17 ± 0.02 cA	4.42 ± 0.43 A
试验 2 鸸鹋	7	39.75 ± 2.66 dB	36.01 ± 2.30 dB	3.74 ± 0.53 dB	9.32 ± 0.85 dB
火鸡	7	17.59 ± 1.47 eB	16.27 ± 1.63 eB	1.32 ± 0.19 eB	7.53 ± 1.12 eB
公鸡	17	5.68 ± 0.30 fB	5.32 ± 0.16 fB	0.36 ± 0.40 fB	6.36 ± 0.58 eB

## 3 讨 论

1) 按常规分析方法把以纤维素、半纤维素和木质素为主的纤维成分划分为 CF<sup>[8]</sup>、ADF<sup>[9]</sup>和 NDF<sup>[9]</sup>3 种组分。这些组分中难消化的纤维以纤维素的含量

最高, 因此纤维素再加上木质素的含量决定了纤维组分可消化程度的高低。从动物方面看, 对纤维成分的消化能力主要取决于消化道的容积、饲料在肠道内的滞留时间以及肠道内微生物的性质和数量。

表 4 鹌鹑、火鸡和公鸡对 NDF 的消化性能

Table 4 NDF digestive performance in emus, turkeys and cocks

动物	月龄	采食量/g	排泄量/g	利用量/g	消化率/%
试验 1 鹌鹑	5	73.79 ±8.86 aA	54.39 ±6.30 aA	18.69 ±3.09 aA	24.01 ±2.46 aA
	火鸡	47.29 ±1.36 bA	38.46 ±1.09 bA	8.83 ±0.56 bA	18.31 ±0.95 bA
	公鸡	13.40 ±0.99 cA	11.40 ±0.87 cA	1.89 ±0.15 c	14.20 ±0.44 c
试验 2 鹌鹑	7	154.76 ±10.02 dB	86.14 ±2.89 dB	68.62 ±8.34 dB	43.61 ±2.68 dB
	火鸡	63.34 ±6.33 eB	42.29 ±3.65 eB	26.05 ±3.25 eB	37.71 ±2.11 dB
	公鸡	21.99 ±0.43 fB	18.81 ±0.92 fB	2.45 ±0.29 f	11.28 ±1.18 e

本试验结果表明,所用动物在各月龄段对各种纤维组分均有不同程度的消化,但鹌鹑对 CF(表 2)、ADF(表 3)及 NDF(表 3)的消化能力,不论是消化量还是消化率都高于火鸡和公鸡,特别是月龄的增加能显著提高鹌鹑对这 3 种纤维组分的消化能力。

2) 鹌鹑在 3 月龄时,小肠、结直肠及盲肠的长度已经分别达到 351、28 及 7 cm,分别比成年公鸡长 290、26 及 2 cm<sup>[11]</sup>,并且各段肠道的直径要比鸡和火鸡的大得多,所以鹌鹑消化道容积要比鸡和火鸡大,这自然会增加饲料的采食量,从而引起排泄量和消化量的增加。本研究使用了 5 月龄和 7 月龄的鹌鹑,不论肠道的长度还是直径,理应比 3 月龄时的大,因此,与火鸡和鸡相比,各种纤维组份的采食量、排泄量以及消化量(表 2~4)的显著增加也属于同样的道理。

3) 本研究发现,鹌鹑在 5 月龄时对 CF 和 ADF 的消化率都有高于火鸡和鸡的趋势,到了 7 月龄,这种趋势表现出了显著差异(表 2、3)。鹌鹑对 CF 和 ADF 的消化率比火鸡和鸡高,并且月龄的增加能显著提高消化率其理由有:

第一,鹌鹑肠道微生物区系与鸡和火鸡不同。微生物区系因宿主而异,例如,体成熟猪的盲肠内细菌总数是每 g 内容物  $10^9$ ,与上部消化道内的总菌数  $10^{7-8}$  相差不大,包括盲肠在内,全肠道的优势菌群以乳酸杆菌(*Lactobacillus*)为主,而成年鸡盲肠内细菌总数占全肠道总菌数的 99% 以上,每 g 内容物内的总菌数是  $10^{11}$ ,优势菌群以双歧杆菌(*Bifidobacteria*)和酵母菌(*E. coli*)为主<sup>[12]</sup>。虽然同为禽类,由于鹌鹑与火鸡和鸡具有不同解剖学结构的消化器官和食物习性,因此肠道内微生物区系在菌群构成、种类以及对纤维物质的消化活性上很有可能不同于火鸡和鸡,从而表现出高于火鸡和鸡的纤维消化率。

Herd 与 Dawsou<sup>[7]</sup>报道,当饲料含 NDF 45% 时,鹌鹑能从 NDF 中获得相当于饲料代谢能 63%、维持能 50% 的能量。这个结果反过来说明,鹌鹑肠道内微生物对纤维的消化活性很高。

第二,饲料在鹌鹑消化道内滞留的时间比火鸡和鸡的长。鹌鹑采食饲料后到第 1 次排便所需时间是 4.6 h<sup>[7]</sup>,完全排空需要 48 h 左右<sup>[5]</sup>,由此推算饲料在鹌鹑肠道内的滞留时间是 43 h 左右,而鸡<sup>[13]</sup>采食饲料后到第 1 次排便所需时间是 2.5 h,完全排空仅需要 9 h 左右,饲料在肠道内的滞留时间只有 6.5 h,饲料在火鸡<sup>[14]</sup>肠道内的滞留时间与鸡几乎相同,由此可知鹌鹑对饲料的消化时间要比鸡和火鸡长很多。饲料在消化道内的滞留时间就是饲料接受消化的时间,滞留时间的增加可以带来消化能力的提高<sup>[15]</sup>。因此,与火鸡和鸡比较,鹌鹑具有的较长的消化道<sup>[11]</sup>和消化道内饲料较长时间的滞留,是其纤维消化率高于火鸡和鸡的又一个原因。

第三,鹌鹑微生物区系在 7 月龄比 5 月龄更趋于完善。鸡的体成熟一般是在 5 月龄左右,而消化道内微生物区系达到平衡所需要的时间,在小肠和大肠是出壳后 16 日龄,在盲肠是 25 日龄,在区系完善过程中,微生物种类和数量几乎每天发生变化<sup>[12]</sup>。至于鹌鹑,虽然没有人报道其肠道微生物区系发育与生后时间的关系,但目前认为出壳后 36 月龄才达到体成熟<sup>[16]</sup>,是鸡体成熟所需时间的 7 倍多,是 7 月龄达到体成熟火鸡的 5 倍多。本研究使用了 5 月龄和 7 月龄的鹌鹑,如果按照鸡的体成熟月龄来单纯考虑,相当于鸡出壳后几天的体成熟程度,肠道微生物区系可能还处于发育阶段。因此,与鸡和火鸡比较,鹌鹑在对 CF 和 ADF 消化率上因月龄不同所表现出的差异,很有可能是 7 月龄比 5 月龄时肠道微生物进一步完善的结果。

4) 本研究还发现, 鸸鹋对 NDF 的消化率在 2 个月龄段都显著高于火鸡和鸡(表 4)。在 NDF 组分中, 半纤维素最容易被胃液和微生物分解, 鸡和火鸡的消化率可达到 20%~30%<sup>[17]</sup>。与火鸡和鸡相比, 鸸鹋消化道不但具有长度和容积优势, 甚至消化道微生物区系对纤维的消化活性都比较高, 因此这些独特的条件应该是其 NDF 消化率在 2 个月龄段都高于火鸡和鸡的理由。

本研究的结果与 Farrell 等<sup>[6]</sup>所报道的鸸鹋的 CF 消化率比鸡还低的结果完全相反。Farrell 等<sup>[6]</sup>在鸸鹋饲料中加入了 20% 的首蓿 CF, 而对鸡则使用了 CF 含量 6% 左右的饲料, 他的结果是在饲料 CF 含量不一致的条件下得到的。饲料条件的不同, 在本试验结果与 Farrell<sup>[6]</sup>等的结果之间造成了对鸸鹋纤维消化能力的不同认识。Davies<sup>[5]</sup>根据鸸鹋消化道和盲肠的长度短这些解剖学特征, 认为鸸鹋对纤维物质的消化能力低。但在与火鸡和鸡比较的情况下, 鸸鹋在消化道长度以及容积上都占有绝对优势, 本研究中鸸鹋对各纤维组分的消化率都高于火鸡和鸡的结果应该与这些优势有一定的关系。

研究结果表明, 鸸鹋、火鸡及鸡在各月龄段对 CF、ADF 及 NDF 均有不同程度的消化, 但鸸鹋对各纤维组分的消化能力, 不论是消化量还是消化率都高于火鸡和公鸡, 特别是月龄的增加能显著提高鸸鹋对纤维组分的消化能力。

## 参 考 文 献

- [1] O Malley P J. An estimate of the nutritional requirements of emus [A]. In: Deeming D C Ed. Improving our Understanding of Ratites in a Farming Environment [C]. Ratite Conference, Oxfordshire, 1995. 92~108
- [2] L ópez A, Sims D E, Ablett R F, et al. Effects of emu villon auricular inflammation induced with croton oil in mice [J]. Am J Vet Res, 1999, 60: 1558~1561
- [3] Zemstov A, Caddis M, Montalvo-Luo U M. Moisturizing and cosmetic properties of emu oil: a pilot double blind study [J]. Australas J Dermatol, 1996, 37: 159~161
- [4] Daniel D R, Thompson L D, Hoover L C. Nutrition composition of emu compares favorably with that of other lean meats [J]. J Amer Dietet Assoc, 2000, 100: 836~838
- [5] Davies S J J F. The food of emus [J]. Aust J Ecol, 1978, 3: 411~422
- [6] Farrell D J, Sales J, Perez-Maldonado R, et al. The apparent metabolisable energy of diets with different sources of fibre when fed to emus, ostriches and cockerels [A]. Chwalibog A, Jakobsen K, eds. Kongelige Veterinaerog Landbohøjskole [C]. Copenhagen (Denmark), DIAS, Foulum (Denmark), EAAP publication. 103: Proceedings of the 15th symposium on energy metabolism in animals. Wageningen: Netherlands. 2001, 487: 141~143
- [7] Herd R M, Dawson T J. Fiber digestion in the emu, *Dromaius novaehollandiae*, a large bird with a simple gut and high rates of passage [J]. Physiol Zool, 1984, 57: 70~84
- [8] Van Soest P J. The use of detergents in the analysis of fibrous feed: . A rapid method for the determination of fiber and lignin [J]. AOAC, 1963, 46: 829~835
- [9] Van Soest P J, Wine R H. Use of detergents in the analysis of fibrous feed. . Determination of plant cell wall constituents [J]. AOAC, 1967, 50: 50~55
- [10] AOAC. Official Methods of Analysis, 14th ed [M]. Arlington: AOAC Inc. 1984
- [11] Angel C R. A review of ratite nutrition [J]. Anim Feed Technol, 1996, 60: 241~246
- [12] 光冈知足. 肠内菌丛と家畜の生産性( ) [J]. 日本兽医师会志, 1978, 31: 199~207
- [13] Cao B H, Zhang X P, Guo Y M, et al. Effects of Dietary Cellulose levels on Growth, Nitrogen Utilization, Retention time of diets in digestive tract and caecal microflora of chicken [J]. Asian-Austr J Anim Sci, 2003, 16: 863~866
- [14] Hillerman J P, Kratzer F H, Wilson W D. Food passage through chickens and turkeys and some regulating factors [J]. Poultry Sci, 1953, 32: 332[15] Stephen A M. Effect on transit time, fecal weight and volatile fatty acid of purified cellulose, pectin and low residue diet in human [J]. Fed Proc, 1978, 37: 755~762
- [16] Scheideler S E, Sell J. Nutrition Guidelines for Ostriches and Emus [M]. Iowa: State Univ Extens, 1997. 1~4
- [17] Siri S, Tobioka H, Isali I. Effect of dietary cellulose and protein levels on nutrient utilization in chickens [J]. Asian-Austr J Anim Sci, 1994, 7: 207~212