

# 复合蛋白酶和甘露寡糖对肉鸡消化道的影 响及其互作效应研究

潘珂,游金明,黎观红,朱年华,易中华,宋小珍,瞿明仁\*

(江西农业大学 动物科学技术学院, 江西 南昌 330045)

**摘要:** 试验选用 1 日龄、平均体质量为 (37.6±0.42) g 的爱拔益加肉雏鸡 112 羽以研究蛋白酶和甘露寡糖对肉鸡消化道的影及其互作效应。随机将试验鸡只分为 4 个组, 每组 4 个重复, 每个重复 7 羽鸡。试验分两个阶段, 即前期(1~21 d)和后期(22~42 d)。试验组日粮在玉米-豆粕日粮的基础上分别添加 125 g/t 的蛋白酶、1 000 g/t 的甘露寡糖及 125 g/t 的蛋白酶+1 000 g/t 的甘露寡糖。结果表明: 与对照组相比, 日粮中添加 125 g/t 的蛋白酶对 21 日龄肉鸡腺胃和肌胃相对重有降低的趋势 ( $P>0.05$ ), 但显著提高了 42 日龄肉鸡的腺胃相对重 ( $P<0.05$ ) 和日增重( $P<0.01$ ), 对小肠(十二指肠、空肠、回肠)相对重略有提高 ( $P>0.05$ ); 日粮添加 1 000 g/t 的甘露寡糖对肉鸡腺胃和肌胃的相对重也有降低的趋势 ( $P>0.05$ ), 而对 21 日龄和 42 日龄肉鸡小肠相对重也略有提高 ( $P>0.05$ ), 从全期以及整个生长期(1~42 日龄)来看日增重并无显著提高作用( $P>0.05$ )。随着日龄的增加 3 个试验组日增重有增加的趋势 ( $P>0.05$ )。日粮添加 125 g/t 的蛋白酶+1 000 g/t 的甘露寡糖对 21 日龄和 42 日龄肉鸡腺胃、肌胃、日增重和小肠相对重均没有明显的互作效应。

**关键词:** 复合蛋白酶; 甘露寡糖; 消化道指数; 肉鸡

中图分类号: S831.1 文献标志码: A 文章编号: 1000-2286(2012)03-0567-05

## Effects of Complex Protease and Mannan-oligosaccharide on Digestive Tract of Broilers and Their Interaction

PAN Ke, YOU Jin-ming, LI Guan-hong, ZHU Nian-hua,

YI Zhong-hua, SONG Xiao-zhen, QU Ming-ren\*

(College of Animal Science and Technology, Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, China)

**Abstract:** A total of 112 one-day-old AA broilers with average body weight of (37.6±0.42) g were used to investigate the effects of complex proteinase and mannan-oligosaccharide on the digestive tract and their interaction. The broilers were randomly allotted to 4 groups with 4 replicates of 7 birds each. The trial period contained two stages of 1-21 d and 22-42 d. The broilers were fed with 1 of 4 diets: a basal diet (control group), a basal diet supplemented with 125 g/t proteinase, a basal diet supplemented with 1 000 g/t mannan-oligosaccharide, and a basal diet supplemented with 125 g/t proteinase and 1 000 g/t mannan-oligosaccharide. The results indicated that the supplementation with 125 g/t proteinase tended to decrease ( $P>0.05$ ) the relative weights of glandular and muscular stomach of 21-day-old broilers, but significantly increased ( $P<0.05$ ) the relative weights of glandular stomach of 42-day-old broilers compared with the control group. The relative weights of small intestine (duodenum, jejunum, ileum) slightly increased in the broilers fed with diet supplemented with proteinase alone ( $P>0.05$ ) as compared to the control broilers. The dietary 1000 g/t mannan-oligosaccharide supplementation tended to decrease ( $P>0.05$ ) the relative weights of glandular and muscular stomach, and to increase ( $P>0.05$ )

收稿日期: 2011-11-30 修回日期: 2012-02-27

基金项目: 江西省科技攻关项目(20061B0201500)和江西农业大学博士科研基金(2350)

作者简介: 潘珂(1964—), 女, 高级实验师, 硕士, 主要从事动物营养与饲料科学研究, E-mail: panke6789@tom.com;

\*通讯作者: 瞿明仁, 教授, 博士, E-mail: qumingren@sina.com.

relative weights of small intestine of 21- and 42-day-old broilers. The daily weight gains in broilers with the dietary supplementation tended to increase with age. No interaction effect between 125 g/t proteinase and 1 000 g/t mannan-oligosaccharide was observed on the relative weights of glandular stomach, muscular stomach and small intestine of both 21- and 42-day-old broilers.

**Key words:** complex proteinase; mannan-oligosaccharide; digestive tract index; broiler chickens

畜禽尤其是幼龄动物的消化道内蛋白酶分泌体系发育不健全,而在生长的中后期,自身虽有内源酶,但尚显不足,尤其是断奶仔猪。若在饲料中适当添加蛋白酶,则能补充内源酶的不足,使高分子的蛋白质降解为低分子的肽、胨及各种氨基酸,而易被畜禽消化吸收,从而降低应激反应,减少营养障碍,提高饲料利用率,促进生长<sup>[1-2]</sup>。

甘露寡糖(MOS)是从酵母细胞壁中提取的葡糖甘露聚糖蛋白复合体,其广泛存在于多种植物及多种微生物细胞壁内。具有无残留、不产生耐药性、吸附有害微生物和毒素,以及可提高动物的免疫力等特点,是一种理想的绿色饲料添加剂。研究表明:在饲料中添加甘露寡糖能够替代抗生素药物,有提高肉鸡成活率和日增重、降低料重比的作用<sup>[3]</sup>。陈小兵等<sup>[4]</sup>、周映华等<sup>[5]</sup>的研究发现日粮中添加甘露寡糖可提高肉仔鸡日增重、饲料转化率,以及提高免疫力。甘露寡糖还可以显著激活猪、狗和大鼠等巨噬细胞的活性<sup>[6]</sup>。随着微生物生态学理论的发展,人们对肠道有益菌功能的日益重视,同时发现一些寡糖能选择性刺激肠道有益菌的增殖而不能被大部分有害菌利用。其不但可以促进有益菌的增殖,还能吸附病原菌,提高动物的免疫功能。

但是,肉鸡饲料中同时添加甘露寡糖和蛋白酶的作用效果和互作效应如何,目前鲜有报道。本试验测定了同条件下,在以玉米-豆粕型饲料为基础的日粮中添加复合蛋白酶和甘露寡糖,探讨其对肉鸡消化道的影 响,为复合蛋白酶和甘露寡糖在饲料中的应用提供一定的理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

1.1.1 试验动物与分组设计 选用1日龄健康的爱拔益加(Arbor Acres, AA)肉雏鸡112羽,平均体质量为(37.6 ± 0.42)g,随机将其分为4个组,每个组4个重复,每个重复7羽鸡。公母混养。试验分阶段I(1~21 d)和阶段II(22~42 d)两个阶段。试验全期为42 d。

1.1.2 试验日粮 试验日粮以玉米-豆粕型日粮为基础参照NRC(1998)营养标准配制。第I组为玉米-豆粕日粮组(对照组);第II组是在对照组日粮基础上添加125 g/t的复合蛋白酶;第III组是在对照组日粮基础上添加1 000 g/t的甘露寡糖;第IV组是在对照组日粮基础上添加125 g/t的蛋白酶+1 000 g/t的甘露寡糖。试验基础日粮配方及营养水平见表1。

1.1.3 饲养管理 每组鸡只在相同条件下饲养。试验前,用甲醛和高锰酸钾进行彻底的熏蒸消毒。鸡只按常规程序进行免疫和疫苗接种。按照常规饲养管理要求控制舍内温度和湿度。试验全期自由采食、自由饮水。

### 1.2 测定指标与方法

于试验第21天和42天时,以重复为单位称取试验鸡体质量,计算各组鸡的平均日增重并从各重复中随机抽取健康状况正常接近平均体质量鸡1只,称个体质量后,颈处放血将鸡宰杀,剖开腹腔,分离腺胃、肌胃、十二指肠、空肠、回肠,挤出消化道内容物,用生理盐水冲洗净残余物,滤纸吸干消化器官残余水分,用电子天平称量各消化器官的质量,为消化器官的绝对质量,计算消化器官的相对质量既消化器官指数。记录各试鸡腺胃、肌胃等消化器官重量,计算消化器官指数

$$\text{消化器官指数} = \frac{\text{消化器官质量 (g)}}{\text{活体质量 (g)}} \times 100\% \quad (1)$$

### 1.3 统计与方法

采用SPSS 11.0软件的One-Way ANOVA模型进行试验数据统计。以重复为单位,以 $P < 0.05$ 为显著性标准。处理平均数采用线性和二次回归分析测定蛋白酶和甘露寡糖对肉鸡消化道的影 响及其互作效应。

表1 肉鸡基础日粮组成及营养水平

Tab. 1 Ingredient composition and nutrient levels of the basal diets for broilers		%	
项目 Items	阶段 I (1~21 日龄) phase I (1~21 d)	阶段 II (22~42 日龄) phase II (22~42 d)	
原料/% Ingredients			
玉米 Corn (8.9% CP)	52.20	57.60	
豆粕 Soybean meal (43.0% CP)	39.40	33.50	
磷酸氢钙 Dicalcium phosphate	2.20	2.10	
石粉 Limestone	1.10	1.00	
豆油 Soybean oil	3.60	4.50	
食盐 Salt	0.30	0.30	
氯化胆碱 Choline chloride (50%)	0.10	0.10	
预混料 Premix	1.00	1.00	
合计 Total	100.00	100.00	
营养成分计算值/% Analyzed composition			
干物质 DM			
代谢能/(kcal·kg <sup>-1</sup> ) ME	3 015.80	3 125.00	
粗蛋白 CP	21.60	19.53	
蛋氨酸 Methionine	0.61	0.49	
赖氨酸 Lysine	1.26	1.11	
蛋氨酸 + 胱氨酸 Methionine + Cystine	1.00	0.89	
苏氨酸 Thr	0.91	0.83	
钙 Ca	1.02	0.95	
总磷 TP	0.76	0.73	
有效磷 AP	0.50	0.48	

氯化胆碱单独添加,添加量为 0.5 g/kg;预混料为每千克日粮提供:维生素 A, 19 000 IU;维生素 E, 38 IU;维生素 D<sub>3</sub>, 5 200 IU;维生素 B<sub>12</sub>, 0.022 mg;维生素 B<sub>6</sub>, 5.6 mg;维生素 K<sub>3</sub>, 3.8 mg;维生素 B<sub>1</sub>, 2.8 mg;核黄素, 11.4 mg;D-泛酸, 22.8 mg;烟酸, 38 mg;生物素, 0.15 mg;叶酸, 0.56 mg;铁, 162 mg;锰, 140 mg;铜, 20 mg;碘, 1.2 mg;锌, 140 mg;硒, 0.6 mg。

Choline chloride was separately supplemented and its concentration was 0.5 g/kg. Provided the following per kilogram of complete diet: vitamin A, 19,000 IU; vitamin E, 38 IU; vitamin D<sub>3</sub>, 5,200 IU; vitamin B<sub>12</sub>, 0.022 mg; vitamin B<sub>6</sub>, 5.6 mg; menadione, 3.8 mg; thiamin, 2.8 mg; riboflavin, 11.4 mg; D-pantothenic acid, 22.8 mg; niacin, 38 mg; biotin, 0.15 mg; folic acid, 0.56 mg; manganese (manganese sulfate monohydrate), 162 mg; copper (cupric sulfate pentahydrate) 140 mg; iron (ferrous sulfate monohydrate), 20 mg; iodine (calcium iodate), 1.2 mg; zinc (zinc sulfate monohydrate), 140 mg; selenium (sodium selenite), 0.6 mg.

## 2 结果与分析

从表 2 中可见,复合蛋白酶和甘露寡糖对肉鸡消化器官的影响结果不尽相同。在 21 日龄时,与对照组相比,日粮添加 125 g/t 的蛋白酶与添加 1 000 g/t 的甘露寡糖对肉鸡腺胃和肌胃的相对重量都有降低的趋势 ( $P>0.05$ ),而对小肠相对重量略有提高 ( $P>0.05$ ),对肉鸡日增重影响不明显。

结果显示,在 42 日龄时,与对照组相比,日粮添加 125 g/t 的蛋白酶与添加 1 000 g/t 的甘露寡糖对肌胃相对重影响不大 ( $P>0.05$ ),而对肉鸡腺胃相对重都有增加的趋势,特别是日粮中添加 125 g/t 的蛋白酶后使肉鸡腺胃相对重由 0.30 显著提高至 0.42 ( $P<0.05$ );3 个试验组小肠相对重量略有提高 ( $P>0.05$ );日增重也有明显增加,特别是日粮添加 125 g/t 的蛋白酶使肉鸡后期(22~42 日龄)的日增重由 68.2 g 显著提高至 73.5 g ( $P<0.01$ )。添加 1 000 g/t 的甘露寡糖对全期以及整个生长期(1~42 日龄)的日增重并无显著提高作用 ( $P>0.05$ )。

结果还表明,无论是 21 日龄还是 42 日龄,日粮添加 125 g/t 的蛋白酶+1 000 g/t 的甘露寡糖对肉鸡腺胃、肌胃和小肠的相对重影响不明显,日增重略有增加 ( $P>0.05$ ),即二者同时使用互作效应不明显 ( $P>0.05$ )。

表2 复合蛋白酶和甘露寡糖对肉鸡消化道的的影响及其互作效应

Tab.2 Effects and interaction of compound protease and mannanoligosaccharide on gastrointestinal tract in broilers

项目 Items	处理 Treatments					P-值 P-value		
	对照组 Matched group (C)	蛋白酶 protease (CD)	甘露寡糖 Mannanoli g-osacchar ide (CG)	蛋白酶+ 甘露寡糖 +mannano ligo-sacch aride (CDG)	蛋白酶 protease (D)	甘露寡 糖 Manna n-oligo sacc-ha ride (G)	蛋白酶×甘 露寡糖 protease× Mannanoli g-osaccharide (D×G)	
日增重/g ADG	33.0±1.1	33.3±2.1	32.4±2.3	33.4±1.4	0.44	0.80	0.62	
腺胃指数 Glandular stomach index	0.63±0.04	0.60±0.03	0.59±0.06	0.62±0.09	0.86	0.60	0.88	
阶段 I (1~21 日 龄) phase I								
肌胃指数 MRW	2.53±0.19	2.28±0.08	2.36±0.18	2.27±0.25	0.08	0.36	0.69	
十二指肠指数 Duodenal index	0.89±0.13	1.02±0.09	0.92±0.20	1.06±0.14	0.13	0.96	0.47	
空肠指数 Jejunum index	1.48±0.07	1.54±0.12	1.47±0.19	1.51±0.14	0.54	0.81	0.63	
回肠指数 Ileum index	1.27±0.16	1.23±0.13	1.27±0.14	1.18±0.28	0.79	0.48	0.62	
日增重/g ADG(g)	68.2±1.4	73.5±0.7	72.1±0.8	72.4±1.1	< 0.01	0.03	1.00	
日增重/g (1-42 d) ADG	51.0±0.7	53.9±0.9	52.8±1.3	53.4±1.2	0.01	0.41	0.32	
腺胃指数 Glandular stomach index	0.30±0.01	0.42±0.03	0.39±0.03	0.37±0.02	0.04	0.29	0.48	
阶段 II (22~42 日 龄) phase II (22~42d)								
肌胃指数 MRW	1.18±0.10	1.18±0.17	1.16±0.05	1.04±0.09	0.42	0.32	0.93	
十二指肠指数 Duodenal index	0.50±0.07	0.49±0.06	0.58±0.06	0.50±0.09	0.27	0.30	0.32	
空肠指数 Jejunum index	0.89±0.11	0.92±0.18	0.90±0.13	0.91±0.15	0.26	0.72	0.65	
回肠指数 Ileum index	0.72±0.08	0.74±0.10	0.72±0.11	0.73±0.09	0.30	0.82	0.59	

### 3 讨论

(1)蛋白酶是催化蛋白质水解的酶类,主要存在于人和动物消化道中,研究发现饲用酶制剂能提高肉鸡生产性能(如朱元招等<sup>[7]</sup>、赵华等<sup>[8]</sup>、蒋邦连等<sup>[9]</sup>)。王金全等<sup>[10]</sup>试验证明小麦日粮中添加木聚糖酶均降低了消化器官的相对重量( $P>0.05$ ),该试验还证明消化器官的相对重量与肠道食糜的黏度相关,黏度越大消化器官的相对重量越大,肠道食糜黏度的变化与消化器官的相对重量的变化存在相关性,黏度越大消化器官的相对重量越大。Hooge等<sup>[11]</sup>试验同样表明,甘露寡糖可显著提高肉仔鸡生产性能。本试验结果显示,与对照组相比,日粮添加125 g/t的蛋白酶,对21日龄肉鸡腺胃和肌胃的相对重都有降低的趋势( $P>0.05$ ),但显著地提高了42日龄肉鸡腺胃相对重( $P<0.05$ )和日增重( $P<0.01$ )。对小肠相对重不论是21日龄还是42日龄都略有提高( $P>0.05$ ),由此说明蛋白酶能促进小肠的发育,改善体内环境从而提高肉鸡的生长性能。研究表明甘露寡糖的主要作用是提高家禽的日增重及饲料转化率,从而提高经济效益。

肌胃的作用在于磨碎食物。腺胃是禽类复合胃的腺体部分,是与哺乳动物截然不同的特殊消化器

官。腺胃的主要功能为分泌胃蛋白酶素<sup>[12]</sup>,腺胃黏膜下布满腺体,且分泌的蛋白分解酶和胃酸可对食物进行消化作用,能促进饲料的消化吸收。十二指肠它既接受胃液,又接受胰液和胆汁的注入,所以十二指肠的消化功能十分重要。

(2)甘露寡糖作为一种新型微生态效应添加剂已经成为动物营养学研究的热点,在抗生素替代品的研究领域有广阔的发展空间。于桂阳等<sup>[13]</sup>研究也发现甘露寡糖在动物消化道被微生物发酵,产生挥发性脂肪酸,调节肠道pH值,促进肠道内双歧杆菌和乳酸杆菌的生长繁殖。Newman等<sup>[14]</sup>研究表明,甘露寡糖可提高初生犊牛的增长速度、降低胃肠道疾病的发生率。甘露寡糖在动物体内的应用研究表明,其可通过与胃肠道病原菌竞争与肠上皮的附着位点及提高动物的免疫力而达到影响动物的健康和生产性能的效果,并能在一定程度上起到替代抗生素的作用<sup>[15]</sup>。本试验结果显示,日粮添加1000g/t的甘露寡糖对21日龄和42日龄肉鸡腺胃和肌胃的相对重量都有降低的趋势( $P>0.05$ ),但对小肠相对重量略有提高( $P>0.05$ )。对全期以及整个生长期(1~42日龄)的日增重并无显著提高作用( $P>0.05$ )。

(3)无论是21日龄还是42日龄,日粮添加125g/t的蛋白酶+1000g/t的甘露寡糖对肉鸡腺胃、肌胃与小肠相对重都没有明显影响,说明蛋白酶与甘露寡糖同时使用对肉鸡互作效应不明显( $P>0.05$ )。

(4)从总体来看,无论是蛋白酶还是甘露寡糖对肉鸡的腺胃、小肠相对重的影响都体显在生长后期,这一作用也体现在日增重上。这说明日粮添加蛋白酶和甘露寡糖可以改善肉鸡体内消化环境从而提高肉鸡的消化吸收功能,特别对肉鸡生长后期作用更明显。

#### 参考文献:

- [1] 祝国强,侯风琴.酸性蛋白酶饲喂早期断奶仔猪的应用试验[J].饲料博览,1998,10(3):10-10.
- [2] 肖竞,孙建议,李卫芬.酸性酶制剂及其在畜牧业中的应用[J].饲料博览,2003(3):27-29.
- [3] 李启琳,李燕鹏,王士长.甘露寡糖替代抗生素对肉鸡生产性能的影响[J].安徽农业大学,2008,36(6):2350,2356.
- [4] 陈小兵,宏标,乔宇甘.露寡糖的益生作用、免疫机制与应用技术[J].中国畜牧兽医,2005,32(8):6-8.
- [5] 周映华,张石蕊.甘露寡糖对肉鸡生产性能和肠道微生物以及免疫机能的影响[J].湖南农业大学学报,2003,29(3):250-253.
- [6] 张红梅,甄二英.化学益生素甘露寡糖在动物营养中的应用研究进展[J].饲料广角,2003(9):15-18.
- [7] 朱元招,刘亚力,陈宏.两种粗酶制剂对肉鸡生产性能的影响[J].中国家禽,1999,21(7):7-9.
- [8] 赵华,王康宁.饲用酶制剂在肉鸡日粮中的应用研究进展[J].饲料研究,2002(7):9-13.
- [9] 蒋邦连.饲用酶制剂对肉鸡生产性能的影响[J].饲料与畜牧,1998(4):20-22.
- [10] 王金全,蔡辉益,陈宝江,等.小麦日粮中添加木聚糖酶对肉仔鸡生产性能、免疫、消化器官发育和血液代谢激素水平的影响[J].河北农业大学学报,2005,28(1):73-87.
- [11] Hooge D M,Sims M D,Sefton A E. Effect of dietary mannan oligosaccharide,with or without bacitracin or virginiamycin,on live performance of broiler chickens at relatively high stocking density on new litter[J].Journal of Applied Poultry Research,2003,12(4):461-467.
- [12] 蔡信雄,张聪洲.传染性矮化症候群[J].中国畜牧杂志,1998,30(11):62-64.
- [13] 于桂阳,张昊,郑春芳,等.甘露寡糖对肉鸡肠道微生物的影响[J].兽药与饲料添加剂,2004,9(1):7-9.
- [14] Newman K,Jacquea Kand Buede R.Effect of Mannan-oligosaccharide Supplementation on Performance and Fecal Bacteria of Holstein Calves[J].Anim Sci,1993(71):271.
- [15] 毛胜勇.甘露寡糖在动物生产中的应用研究[J].粮食与饲料工业,2000(9):31-32.