

## 木寡糖对肉仔鸡生长性能、肠道生理学和形态学指标的影响

吴媛媛 芮于明 王忠 聂伟  
(中国农业大学 动物科学技术学院, 北京 100094)

**摘要** 选用 336 只 1 日龄雄性爱拔益加(AA) 肉仔鸡,研究添加不同水平的木寡糖(0、1、2 和 4 g/kg)对生长性能及消化道生理学和粘膜形态学部分指标的影响。结果显示:日粮添加木聚寡糖不影响肉仔鸡生长速度,但含有 2 g/kg 木寡糖的日粮可显著降低肉仔鸡 0~7 周龄的耗料增重比( $P < 0.05$ ),与对照组相比下降幅度可达 4%。木寡糖可以增加回肠内乳酸菌数,增加幅度与对照组相比分别为 26.3%、20.8%和 28.1%,也可以使盲肠内大肠杆菌数减少 8%、26.9%和 12.0%( $P < 0.05$ )。此外,添加 2 和 4 g/kg 木寡糖组降低回肠内氨态氮含量至对照组的 77.8%和 68.3%,并提高了肉仔鸡回肠内丙酸、异丁酸、异戊酸的含量( $P < 0.05$ ),但对空肠粘膜形态无显著影响( $P > 0.05$ )。

**关键词** 木聚寡糖; 生产性能; 肠道微生物; 氨态氮; 挥发性脂肪酸

**中图分类号** S 816.4;S 831.1

**文章编号** 1007-4333(2006)04-0042-05

**文献标识码** A

## Effect of XOS on growth performance, intestinal physiology and morphology of broilers

Wu Yuanyuan, Guo Yuming, Wang Zhong, Nie Wei

(College of Animal Science and Technology, China Agricultural University, Beijing 100094, China)

**Abstract** This study was conducted to determine the effects of dietary XOS supplementation on growth performance and intestinal physiology and morphological parameters of mucous membrane of broilers. Four levels of XOS were set as 0, 1, 2, and 4 g/kg. Three hundred and 36 one-day-old Arbor Acre male broiler chicks were randomly allocated into four groups with 6 replicates each. The result showed that the accumulative mortality and feed conversion ratio during 0 to 7 wk were significantly reduced by XOS ( $P < 0.05$ ). Compared to the control, feeding with 2 g/kg XOS reduced by 4% the feed conversion ratio during 0 to 7 wk. The number of Lactobacillus in ileum significantly increased up to 26.3%, 20.8% and 28.1% respectively, whereas the number of coliform in cecum decreased by 8%, 26.9% and 12.0% ( $P < 0.05$ ), accordingly. XOS also could decrease the content of ammoniacal nitrogen to 77.8% and 68.3% of the control, and increase the content of monopropr, isobutyric acid and isovalerate in ileum ( $P < 0.05$ ). Dietary supplementation of XOS did not influence the morphology of intestinal mucous membrane.

**Key words** XOS; performance; intestinal microorganisms; ammoniacal nitrogen; volatile fatty acid

低聚糖木寡糖(xylooligosaccharides, XOS)是指由 2~7 个木糖分子以糖苷键连接而成的功能性聚合糖,其主要成分为木糖、木二糖、木三糖及少量木三糖以上的木聚糖,其中以木二糖为主要有效成分<sup>[1-2]</sup>。木寡糖进入肠道后能被肠道中有益菌利用,促进有益微生物生长<sup>[3]</sup>;细菌表面的植物凝集

素与动物肠道粘膜上皮细胞表面相应的糖受体结合是细菌感染宿主的第一步,而寡糖具有一种与特异性糖类受体非常相似的结构,可竞争性的与病原菌结合,并将其排出体外<sup>[4]</sup>;寡糖还具有减少有毒有害物质的产生,保证肠道健康,促进肠道发育的功能<sup>[5]</sup>;增强动物免疫力、降低血压和血液胆固醇含

收稿日期: 2006-01-12

基金项目: 国家重大基础研究发展计划项目(2004CB117504)

作者简介: 吴媛媛,硕士研究生;芮于明,博士,教授,通讯作者,主要从事家禽营养与免疫研究, E-mail: guoym@public.bta.net.cn

量<sup>[5]</sup>,促进Ca<sup>2+</sup>的吸收等功效<sup>[6]</sup>另一方面,木寡糖性质稳定,耐加工、耐贮藏,甜度适中,有香味<sup>[1]</sup>,是比较理想的抗生素替代产品<sup>[7]</sup>。但在以前木寡糖生产技术难度大、成本高,主要应用于食品添加剂及保健剂领域。而近些年来,生物酶工程和分离技术的迅速发展大幅降低了木寡糖的生产成本,使其在饲料上的应用成为可能。虽然目前作为添加剂使用的还不普遍,但其添加效果是比较理想的,如在仔猪和育肥猪中分别添加1.7 g/kg低聚木糖,可极显著地提高仔猪和育肥猪的生产性能<sup>[7]</sup>。

本试验针对木寡糖作为肉仔鸡饲料添加剂使用效果研究资料较少的状况,以肉仔鸡为对象,木寡糖的不同添加水平作为单因子,探讨了日粮中木寡糖含量对肉仔鸡生产性能及消化道部分指标的影响,为木寡糖作为抗生素的替代品而应用到生产中做初步探索。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验动物

选用1日龄AA商品肉仔鸡336只(公雏),采用单因子区组设计,随机分为4个处理,每处理6次重复,每个重复14只鸡。4个处理分别为:处理1(对照组),玉米-豆粕型基础日粮;处理2,基础日粮+1 g/kg木寡糖;处理3,基础日粮+2 g/kg木寡糖;处理4,基础日粮+4 g/kg木寡糖。实验期7周。

### 1.2 试验日粮

参照美国NRC肉鸡营养标准配制日粮,日粮组成和营养水平见表1。

### 1.3 生产性能

分别于3周龄末、6周龄末和7周龄末以重复为单位称重,统计耗料量,计算第0~3、4~6和6~7周龄及全期日增重、日采食量、耗料增重比以及死淘率。

### 1.4 肠道食糜pH、绒毛高度及隐窝深度的测定

于21日龄每重复取1只鸡颈部放血致死。打开腹腔后,取空肠、回肠各10 cm及全部盲肠结扎,用于测定肠道食糜pH;再截取2 cm空肠,用蒸馏水冲去食糜,福尔马林固定后染色切片,使用倒置显微镜测定肠道绒毛高度及隐窝深度。

### 1.5 肠道微生物培养及计数

于28日龄每重复取1只鸡颈部放血致死,取回

肠10 cm及全部盲肠,剪开口处细线结扎,用于微生物培养。

表1 试验日粮组成及营养水平

Table 1 Composition and nutrient level of the experimental diets

原料成分和营养水平	质量分数/ %		
	第0~3周	第4~7周	
玉米	60.30	66.17	
豆粕	33.2	28.0	
磷酸氢钙	1.8	1.3	
石粉	1.3	1.4	
食盐	0.35	0.35	
原料成分	豆油	2.5	2.3
	蛋氨酸	0.20	0.11
	赖氨酸	0.03	0.05
	多维	0.02	0.02
	微量元素	0.2	0.2
	50%(质量分数)氯化胆碱	0.10	0.10
	CP	21.00	19.02
	Lys	1.1	1.0
营养水平	Met	0.49	0.38
	Ca	1.0	0.9
	P(有效)	0.45	0.36
	代谢能/(MJ/kg)	12.32	12.53

### 1.6 肠道氨态氮及回肠挥发性脂肪酸含量的测定

于42日龄每重复取1只鸡颈部放血致死。打开腹腔后,取空肠、回肠各10 cm及全部盲肠,用于肠道氨态氮含量和回肠中挥发性脂肪酸含量的测定。

### 1.7 数据统计与分析

数据采用SPSS 10.0统计软件中AVOV法进行方差分析,DUNCAN氏多重比较。

## 2 结果与讨论

### 2.1 生产性能

由表2可以看出,添加2和4 g/kg木寡糖可显著降低第4~6周日耗料量及第4~6周、0~7周耗料增重比,提高饲料转化率( $P < 0.05$ )。添加1 g/kg木寡糖与对照组相比,耗料增重比虽无明显差异( $P > 0.05$ ),但均有上升的趋势,表明此添加量对肉仔鸡生长无益。

表2 日粮中添加木寡糖对肉仔鸡生产性能的影响

Table 2 Effects of dietary XOS on growth performance of chicks

周龄	指标	木聚寡糖添加量/(g/kg)				P
		0	1	2	4	
0~3	日增重/(g/d)	28.08 ±0.36	29.81 ±0.94	30.21 ±0.86	28.66 ±0.55	0.16
	日耗料量/(g/d)	46.31 ±1.35	47.27 ±0.74	48.03 ±1.30	44.73 ±0.84	0.20
	耗料增重比	1.63 ±0.02	1.59 ±0.03	1.59 ±0.04	1.56 ±0.04	0.66
	死淘率/%	3.57 ±1.64	4.61 ±3.71	2.07 ±1.32	2.07 ±1.32	0.55
4~6	日增重/(g/d)	57.88 ±0.77	55.32 ±1.31	56.26 ±1.33	55.83 ±16.87	0.55
	日耗料量/(g/d)	131.21 ±3.44	128.50 ±3.24	126.18 ±3.48	128.16 ±3.17	0.38
	耗料增重比	2.27 ±0.05	2.33 ±0.08	2.25 ±0.06	2.27 ±0.06	0.76
	死淘率/%	0	0	0	0	
6~7	日增重/(g/d)	39.26 ±1.85	38.13 ±1.48	37.03 ±1.35	38.18 ±1.92	0.83
	日耗料量/(g/d)	120.06 ±3.49 b	128.53 ±6.91 b	100.79 ±2.19 a	106.91 ±1.51 a	0.00
	耗料增重比	3.08 ±0.11 ab	3.36 ±0.08 a	2.78 ±0.08 b	2.83 ±0.12 ab	0.01
	死淘率/%	0	0	0	0	
0~7	日增重/(g/d)	42.59 ±0.51	42.10 ±0.45	42.58 ±0.58	41.81 ±0.76	0.74
	日耗料量/(g/d)	92.09 ±2.02	92.21 ±1.78	88.56 ±1.51	90.37 ±0.91	0.30
	耗料增重比	2.16 ±0.04 ab	2.19 ±0.03 a	2.08 ±0.03 b	2.12 ±0.03 ab	0.04
	死淘率/%	0.008 ±0.002	0.01 ±0.005	0.004 ±0.003	0.004 ±0.003	0.55

注:表中同行数据无相同字母则差异显著( $P < 0.05$ ),下同。

## 2.2 饲料中添加木寡糖对肉仔鸡回、盲肠微乳酸菌和大肠杆菌数的影响

添加1、2和4 g/kg木寡糖组与对照组相比可显著提高回肠内乳酸菌数,加入2和4 g/kg的木寡

糖可分别显著降低盲肠内大肠杆菌数及增加盲肠内乳酸菌数,而木寡糖添加量对回肠内大肠杆菌数则无显著影响(表3)。

表3 饲料中木寡糖对肉仔鸡回、盲肠微乳酸菌和大肠杆菌数的影响

Table 3 Effects of dietary XOS on microbiota populations in ileum and cecum of chick

10(cfu/g)

肠道部位	微生物种类	木聚寡糖添加量/(g/kg)				P
		0	1	2	4	
回肠	大肠杆菌	6.84 ±0.49	7.25 ±0.29	7.26 ±0.41	7.54 ±0.18	0.60
	乳酸菌	6.12 ±0.34 a	7.73 ±0.43 b	7.39 ±0.13 b	7.84 ±0.29 b	0.01
盲肠	大肠杆菌	8.11 ±0.31 a	7.42 ±0.23 ab	5.93 ±0.28 b	7.14 ±0.18 ab	0.00
	乳酸菌	7.60 ±0.41 ab	6.96 ±0.54 a	6.68 ±0.29 a	8.43 ±0.34 b	0.04

## 2.3 饲料中添加木寡糖对肉仔鸡肠道pH、氨态氮含量及黏膜形态的影响

各木寡糖添加水平对第0~3及4~6周龄肉仔鸡空肠、回肠、盲肠pH均无显著影响(数据未列

出)。添加2和4 g/kg木聚寡糖与对照组相比,可显著降低回肠氨态氮含量,而其他肠段差异不显著( $P > 0.05$ ),各木寡糖添加水平对肉仔鸡空肠绒毛高度和隐窝深度均无显著影响( $P > 0.05$ )(表4)。

表 4 木寡糖对肉仔鸡空肠、回肠及盲肠氨态氮含量及肠道微观结构的影响

Table 4 Effect of dietary XOS on content of ammonianitrogen and morphology of intestinal mucous membrane

指 标	木聚寡糖添加量/(g/kg)				P
	0	1	2	4	
空肠氨态氮含量/(mg/100g 食糜)	4.11 ±0.13	4.97 ±0.48	5.06 ±0.53	4.59 ±0.15	0.28
回肠氨态氮含量/(mg/100g 食糜)	10.67 ±0.51 a	9.74 ±0.33 a	8.30 ±0.50 b	7.29 ±0.32 b	0.00
盲肠氨态氮含量/(mg/100g 食糜)	24.18 ±2.48	24.97 ±2.48	25.84 ±1.08	26.33 ±1.24	0.86
绒毛高度/ $\mu\text{m}$	772.85 ±56.10	758.48 ±79.60	784.88 ±65.39	623.30 ±37.43	0.29
隐窝深度/ $\mu\text{m}$	206.36 ±11.96	181.55 ±23.23	204.82 ±18.38	167.38 ±14.33	0.35

#### 2.4 饲料中添加木寡糖对肉鸡回肠挥发性脂肪酸含量的影响

添加 1、2 和 4 g/kg 木寡糖与对照组相比,均可

提高肉仔鸡回肠内丙酸、异丁酸、异戊酸的含量,当木寡糖添加量为 2 g/kg 时,丙酸含量最高,添加量为 4 g/kg 时,异丁酸及异戊酸含量最高(表 5)。

表 5 木寡糖对肉鸡回肠内挥发性脂肪酸含量的影响

Table 5 Effect of dietary XOS on content of SCFAs in ileum

 $\mu\text{g/mL}$ 

挥发性脂肪酸	木聚寡糖添加量(g/kg)				P
	0	1	2	4	
乙酸	443.70 ±31.81	463.40 ±26.69	585.90 ±116.3	515.00 ±33.13	0.42
丙酸	51.99 ±12.74 a	112.20 ±6.58 b	142.85 ±6.99 c	112.10 ±9.14 b	0.00
异丁酸	5.86 ±0.06 a	9.25 ±0.11 b	11.53 ±0.07 b	12.39 ±1.50 b	0.00
丁酸	18.70 ±3.60	14.95 ±1.49	30.93 ±7.20	20.94 ±5.84	0.17
异戊酸	9.72 ±1.25 a	14.69 ±1.82 b	19.27 ±1.14 c	19.87 ±1.70 c	0.00

### 3 讨 论

本试验结果表明,在不添加抗生素的情况下,添加 2 和 4 g/kg 木寡糖可显著降低第 4~6 周日耗料量及第 4~6 和 0~7 周耗料增重比,提高饲料转化率( $P < 0.05$ )。

1) 添加 2 和 4 g/kg 木寡糖组与对照组相比可显著提高回肠、盲肠内乳酸菌数,减少盲肠内大肠杆菌数,这是由于木寡糖只能被有益微生物分解而不能被有害菌利用<sup>[8-9]</sup>,起到了选择性抑制和增殖的作用,在细菌数量不变的情况下,改变了菌落的构成<sup>[10]</sup>。Fuller 等<sup>[11]</sup>发现多数好氧菌,特别是粪链球菌会抑制鸡只的生长,而所有厌氧菌都不引起生长性能的降低。Soerjadi 等<sup>[12]</sup>认为肠道内正常菌群可抑制病原微生物的生长。裴青生等<sup>[13]</sup>对引起鸡腹泄的鸡白痢沙门氏菌和副伤寒沙门氏菌进行体外生物拮抗试验,结果表明,3 株乳酸杆菌、2 株双歧杆菌、1 株芽胞杆菌对致病性沙门氏菌有明显的生物

拮抗作用。因此,本试验中添加 2 和 4 g/kg 木寡糖均使回、盲肠乳酸菌数增加,大肠杆菌数减少,这有利于维持肉仔鸡肠道健康,提高免疫力,对降低死亡率有一定帮助。此外,由于机体健康状况的改善,用于抵御、排除病原微生物而消耗的不必要的能量减少而转化到生产中,使饲料转化效率也有明显提高。蒋正宇等<sup>[14]</sup>也得到类似结果,添加 0.2 g/kg 木寡糖可显著减少空肠大肠杆菌数,并提高乳酸菌数。

2) 添加 2 和 4 g/kg 木寡糖与对照组相比,显著降低了回肠氨态氮含量,并能显著提高回肠内丙酸、异丁酸、异戊酸的含量。由于木寡糖对肠道内微生物的种类和数量的调整,导致了微生物产物在肠道内容物中的浓度差异。挥发性脂肪酸是肠道厌氧微生物降解碳水化合物的产物,其含量的变化又间接反映肠道中微生物群落及其代谢途径的变化。短链脂肪酸中的丁酸、丙酸和乙酸不仅可以作为能源促进粘膜细胞增殖<sup>[15]</sup>,还可以降低氧化还原电位,影响有害菌生长和代谢所必需辅酶的氧化还原作用。

此外,挥发性脂肪酸含量的上升,也有助于降低肠道pH,产生抑菌作用,因此短链脂肪酸浓度的升高有利于动物的健康。氨是微生物脲酶作用下氨基酸脱氨和脲水解产生的有毒废物,而脲酶在肠道细菌内无所不在,微生物脲酶及造成的高浓度氨对生长有害<sup>[16-17]</sup>。添加木寡糖后,减少了回肠内氨态氮的浓度,一方面降低高浓度氨对肠道细胞的刺激,另一方面减轻了肝脏解毒的负担,减少ATP的消耗,提高饲料转化效率<sup>[18]</sup>。

木寡糖能增加肠道内有益菌数,减少有害菌数量及有害物质含量、提高动物免疫水平而达到防病抗病的目的,降低了死亡率,同时也减少了动物体额外用于抵抗病原侵害而消耗的能量,使饲料转化率提高。但有研究表明,用含有木寡糖20 g/kg的日粮强饲ICR鼠100 d,可提高小鼠体重和耗料量,但母鼠间差异不显著;在日粮中添加75 g/kg的木寡糖对Wistar鼠的体重及耗料量无显著影响<sup>[19]</sup>。蒋正宇等<sup>[14]</sup>发现添加0.2 g/kg木寡糖对各阶段及全期肉仔鸡日增重饲料转化率均无显著影响。这一结果说明,随着动物模型、性别、试验期、思维方式与剂量的不同饲喂效果也会有所不同。

#### 4 小 结

本试验结果显示,木寡糖可提高饲料转化效率;它能够选择性地增加有益细菌、减少有害菌( $P < 0.05$ ),并提高对机体有益的挥发性脂肪酸的含量,降低对机体不利的氨态氮的含量( $P < 0.05$ )。

#### 参 考 文 献

- [1] 郝常明,罗祎. 木寡糖的研究及其进展[J]. 中国食品添加剂, 2002, 2: 62-65
- [2] 许正宏,熊筱晶,陶文沂. 低聚木糖的生产及应用研究进展[J]. 食品与发酵工业, 2003, 28(1): 56-59
- [3] Kohmoto T, Fukui F, Takaku H, et al. Dose - response test of isomaltooligosaccharides for increasing fecal bifidobacteria [J]. Agricultural and Biological Chemistry, 1991, 55: 2157-2159
- [4] Oyoyo B, Droleskey R, Norman J, et al. Inhibition by mannose of in vitro colonization of chicken small intestine by Salmonella typhimurium [J]. Poultry Science, 1989, 68: 1351-1356
- [5] Chen W L, Anderson J W, Jennings D. Propionate may mediate the hypocholesterolemic effect of certain soluble plant fibres in cholesterol fed rats [J]. Pro Soc Exp Biol Med, 1984, 175: 215-218
- [6] Van den Heuvel E G, Muys T, Dokkum W V, et al. Oligosaccharide stimulates calcium absorption in adolescents [J]. Am J Clin Nutr, 1999, 69: 544-548
- [7] 勇强,徐勇,余世袁,等. 低聚木糖在饲料工业中的应用[J]. 饲料研究, 2004, 4: 17-19
- [8] Hidaka H, Eida T, Takizawa T, et al. Effects of fructooligosaccharides on intestinal flora and human health [J]. Bifidobact Microflora, 1986, 5: 37-50
- [9] Okazaki M, Fujikawa S, Matsumoto N. Effect of xylooligosaccharide on the growth of bifidobacteria[J]. Bifidobact Microflora, 1990, 9: 77-86
- [10] 曹兵海,张秀萍,吴于明,等. 半纯合日粮添加茶多酚和果寡糖对母肉鸡生产性能、盲肠菌丛数量及其代谢产物的影响[J]. 中国农业大学学报, 2003, 8(3): 85-90
- [11] Fuller R, Coates M E, Harrison G F. The influence of specific bacteria and a filterable agent on the growth of gnotobiotic chicks [J]. J Appl Bacteriol, 1979, 46: 335-342
- [12] Soerjadi A S, Stehman S M, Snoeyenbos G H, et al. The influence of lactobacilli on the competitive exclusion of paratyphoid salmonellae in chickens[J]. Avian Dis, 1981, 25: 1027-33
- [13] 裴青生,李小卉,蒋元生. 几种鸡源肠道菌对沙梅氏菌的体外生物拮抗试验[J]. 青海畜牧兽医杂志, 2000, 4: 13-14
- [14] 蒋正宇,周岩民,许毅,等. 低聚木糖、益生菌及抗生素对肉仔鸡肠道菌群和生产性能的影响[J]. 家畜生态学, 2005, 26(2): 11-15
- [15] Howard M D, Gordon D T, Lanny W P, et al. Effects of dietary supplementation with fructooligosaccharides on colonic microbiota populations and epithelial cell proliferation in neonatal pigs [J]. Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition, 1995, 21: 297-303
- [16] Visek W. Ammonia: Its effects on biological systems, metabolic hormones, and reproduction [J]. Journal of Dairy Science, 1984, 67: 481-491
- [17] Suzuki K, Benno Y, Mitsuoka T, et al. Urease-producing species of intestinal anaerobes and their activities [J]. Applied and Environmental Microbiology, 1979, 37: 379-382
- [18] Visek W. The mode of growth promotion by antibiotics [J]. Journal of Animal Science, 1978, 46: 1447-1469
- [19] Chengkuang H, Jiunnwang L, Yunchin C, et al. Xylooligosaccharides and fructooligosaccharides affect the intestinal microbiota and precancerous colonic lesion development in rats [J]. The Journal of Nutrition, 2004, 134(6): 1523-1527