

小麦日粮中添加木聚糖酶对肉仔鸡生产性能和养分消化率的影响

王海英, 冯于明, 袁建敏

(中国农业大学动物科技学院营养与饲料系, 北京 100094)

摘要: 试验用 360 只爱拔益加肉仔鸡, 研究了在用小麦全部取代玉米配制的日粮中, 添加木聚糖酶对肉仔鸡的生产性能和养分消化率的影响。试验结果表明: 小麦全部取代玉米后, 肉仔鸡的小肠食糜粘度、耗料增重比和死淘率显著升高, 蛋白质、脂肪、淀粉的消化率及能量的利用率均降低; 而在此小麦日粮中添加木聚糖酶后, 耗料增重比和小肠食糜粘度显著降低 ($P < 0.05$), 死淘率降低 71.9%, 能量利用率和蛋白质、脂肪、淀粉的消化率显著提高 ($P < 0.05$)。

关键词: 小麦; 日粮; 木聚糖酶; 肉仔鸡; 生产性能; 养分消化率

中图分类号: S816.32; S816.4 文献标识码: A 文章编号: 1003-6202(2003)12-0053-03

我国畜禽的能量饲料以玉米为主, 玉米价格有逐年上升的趋势。小麦在我国供应相对充足, 价格与玉米接近。将小麦作为玉米的替代资源加以开发利用, 具有一定的现实意义和经济价值。小麦中含有较高的非淀粉多糖(NSP), 它由纤维素、半纤维素、果胶和抗性淀粉4部分组成^[1], 是构成细胞壁的主要成分。小麦中含有的非淀粉多糖以阿拉伯木聚糖、 β -葡聚糖为主, 其中阿拉伯木聚糖含量约为 5.27%~8.18%^[2], 是玉米中阿拉伯木聚糖含量的两倍。单胃动物消化道内缺乏消化这类多糖的内源酶, 故这些物质不能被消化利用, 而且阿拉伯木聚糖和 β -葡聚糖能形成粘性溶液, 增加食糜粘度, 降低蛋白质、脂肪和淀粉的消化率, 影响单胃动物的生产性能。本试验的目的是研究小麦日粮中添加木聚糖酶对肉仔鸡的生产性能和养分消化率的影响。

1 材料与方法

1.1 试验设计

360 只 1 日龄爱拔益加肉仔鸡, 随机分为 3 个处理组, 每个处理组 6 个重复(笼), 每个重复 20 只鸡。

1.2 酶制剂

本试验所用酶制剂由武汉某生物技术公司提供, 含木聚糖酶 3 060 U/mg, 在日粮中的添加量为 100 g/t。

1.3 试验日粮

日粮共分为 3 种: (1) 玉米日粮对照组; (2) 小麦日粮组(小麦取代全部玉米); (3) 小麦加酶组。各日粮的营养水平计算值相等, 见表 1。

表 1 日粮配方一览表

原料	玉米对照组		全小麦组		日粮营养成分	营养水平	
	1~3周	4~6周	1~3周	4~6周		1~3周	4~6周
玉米	57.26	63.22	0.00	0.00	代谢能/MJ·kg ⁻¹	12.77	12.98
豆粕	37.11	31.33	25.89	18.87	粗蛋白质/%	21.00	19.00
小麦	0.00	0.00	66.75	73.71	赖氨酸/%	1.05	1.00
豆油	1.73	1.62	3.40	3.48	蛋氨酸/%	0.48	0.45
磷酸氢钙	2.35	1.94	2.36	1.95	钙/%	0.91	0.90
石粉	0.63	0.92	0.43	0.71	磷/%	0.52	0.45
赖氨酸	0.00	0.08	0.26	0.39			
蛋氨酸	0.15	0.15	0.15	0.15			
食盐	0.35	0.35	0.35	0.35			
金霉素	0.07	0.07	0.07	0.07			
抗氧化剂	0.02	0.02	0.02	0.02			
50%氯化胆碱	0.10	0.08	0.10	0.08			
多种维生素 ^①	0.02	0.02	0.02	0.02			
微量元素 ^②	0.20	0.20	0.20	0.20			
合计	99.99	100.00	100.00	100.00			

注: ①每 1 kg 全价料提供 VA 12 500 IU, VD₃ 2 500 IU, VE 18.75 mg, VK₃ 2.65 mg, VB₁ 2 mg, VB₂ 6 mg, VB₁₂ 0.025 mg, VH 0.032 5 mg, V Bc 1.25 mg, VB₆ 12 mg, VPP 50 mg。

②每 1 kg 全价料提供 Cu 8 mg, Zn 75 mg, Fe 80 mg, Mn 100 mg, Se 0.15 mg, I 10.35 mg。

收稿日期: 2003-09-16

作者简介: 王海英(1979-), 女, 在读硕士研究生, 研究方向为动物营养与饲料科学。

冯于明, 教授, 博导, 主要从事营养代谢调控、免疫营养生物添加剂工作。

1.4 饲养管理

360只鸡随机分组,分3层饲养至6周龄。每天8:00、17:00各饲喂1次,试验期间鸡自由采食和饮水。每天观察鸡群的健康状况,及时处理死鸡并记录。

初始鸡舍温度在33~35℃范围内,之后每周逐渐降低2~3℃,直至22~24℃为止。全天24h光照。

按常规进行鸡舍消毒。在7日龄采用滴鼻点眼法进行新城疫免疫;10日龄采用皮下注射法进行禽流感免疫;14日龄采用滴鼻点眼法进行法氏囊免疫;24和28日龄采用饮水法分别进行第2次新城疫、法氏囊免疫。

1.5 数据统计分析

表2 添加木聚糖酶对肉仔鸡生产性能的影响

项目	体重/g		耗料增重比			全期死淘率/%
	21日龄	42日龄	1~3周	4~6周	全期	
玉米对照组	789.2±9.0	2312.7±39.2	1.38±0.01	2.19±0.05 ^a	1.92±0.02 ^a	2.5±1.7
小麦组	764.9±15.7	2287.1±10.0	1.40±0.01	2.32±0.03 ^b	2.02±0.01 ^b	5.7±1.9
“小麦+酶制剂”组	778.2±4.5	2325.0±23.7	1.36±0.02	2.17±0.01 ^a	1.89±0.02 ^a	1.6±1.0
P值	0.324	0.612	0.153	0.022	0.004	0.188

注:表中同一列平均值肩标字母无相同者表示差异显著($P < 0.05$)。

2.2 小肠食糜粘度

小麦全部取代玉米后肉仔鸡21日龄时小肠前段、后段,以及42日龄小肠后段食糜粘度显著升高($P < 0.05$);添加木聚糖酶后,小肠食糜粘度显著降低($P < 0.05$),如表3所示。

2.3 小肠食糜中淀粉酶、胰蛋白酶、糜蛋白酶的活性

采食全小麦日粮的肉仔鸡,42日龄淀粉酶和胰蛋白酶的活性显著降低;添加木聚糖酶后,只有42日龄淀粉酶活性显著升高,见表4。

表4 添加木聚糖酶对淀粉酶活性及胰蛋白酶和糜蛋白酶活性的影响

项目	淀粉酶/ $U \cdot dl^{-1}$		胰蛋白酶/ $U \cdot g^{-1}$		糜蛋白酶/ $U \cdot g^{-1}$	
	21日龄	42日龄	21日龄	42日龄	21日龄	42日龄
玉米对照组	714.43±8.89 ^a	763.89±6.28 ^b	5.04±0.75	20.49±4.18 ^b	3.29±0.40	14.15±3.50
小麦组	707.84±2.68 ^a	696.92±20.55 ^a	3.82±0.76	4.25±1.11 ^a	2.49±0.50	7.71±1.65
“小麦+酶制剂”组	742.29±9.12 ^b	741.82±8.68 ^b	5.89±2.32	4.95±1.12 ^a	4.70±1.03	6.73±1.45
P值	0.029	0.005	0.710	0.001	0.095	0.071

注:表中同一列平均值肩标字母无相同者表示差异显著($P < 0.05$)。

2.4 日粮养分消化率

从表5可以看出,小麦全部取代玉米后,肉仔鸡21、42日龄的淀粉、蛋白质、脂肪消化率显著降低($P < 0.05$)。全小麦日粮添加酶制剂后,21日龄能量利用率提高3.5%,

表5 添加木聚糖酶对日粮代谢能及淀粉、蛋白质和脂肪消化率的影响

项目	代谢能/ $MJ \cdot kg^{-1}$	淀粉/%		蛋白质/%		脂肪/%	
		21日龄	42日龄	21日龄	42日龄	21日龄	42日龄
玉米对照组	13.21±0.13 ^a	99.46±0.17 ^b	99.56±0.03 ^c	67.4±1.3 ^b	58.1±2.0 ^b	83.6±0.3 ^a	86.5±0.4 ^b
小麦组	13.13±0.08 ^a	98.39±0.16 ^a	97.08±0.13 ^a	63.6±0.7 ^a	50.9±0.9 ^a	82.1±0.9 ^a	81.4±0.9 ^a
“小麦+酶制剂”组	13.59±0.04 ^b	99.29±0.10 ^b	98.05±0.30 ^b	68.3±0.9 ^b	55.3±2.1 ^{ab}	86.9±0.3 ^b	84.9±0.3 ^b
P值	0.003	0.000	0.000	0.007	0.048	0.000	0.000

注:表中同一列平均值肩标字母无相同者表示差异显著($P < 0.05$)。

3 讨论

肉仔鸡日粮中添加较高比例的小麦时,其中的NSP表现抗营养作用。NSP增加了食糜粘度,延缓了消化酶对底物的消化^[3],或是作为底物、酶和终产物之间的物理性屏障^[4,5],

采用SPSS 10.0 for Windows软件使用单因素方差分析(ANOVA)处理数据。符合正态分布的数据进行Duncan多重比较;不符合正态分布的数据进行Tamhané's T2多重比较。

2 结果

2.1 生产性能

小麦全部取代玉米,肉仔鸡21和42日龄体重分别降低3.1%和1.1%;1~3周、4~6周耗料增重比分别升高1.4%、5.9%;死淘率升高128%。添加木聚糖酶后,肉仔鸡21和42日龄体重均增加1.7%;死淘率降低71.9%;耗料增重比显著降低($P < 0.05$),如表2所示

表3 添加木聚糖酶对肉仔鸡小肠食糜粘度的影响 Pa·s

项目	21日龄		42日龄	
	小肠前段	小肠后段	小肠前段	小肠后段
玉米对照组	1.05±0.00 ^a	1.07±0.02 ^a	1.04±0.00 ^a	1.05±0.00 ^a
小麦组	1.08±0.01 ^b	1.09±0.02 ^b	1.05±0.06 ^b	1.08±0.01 ^b
“小麦+酶制剂”组	1.06±0.00 ^a	1.06±0.01 ^a	1.03±0.00 ^a	1.05±0.01 ^a
P值	0.005	0.005	0.001	0.002

注:表中同一列平均值肩标字母无相同者差异显著($P < 0.05$)。

淀粉、蛋白质和脂肪的消化率分别提高1.0%、7.4%和5.8%,均达到显著水平($P < 0.05$);42日龄淀粉、脂肪消化率显著提高($P < 0.05$),分别提高1.0%、4.3%,蛋白质消化率提高8.6%。

降低了养分吸收。Ikeda和Kusan^[6]认为 β -葡聚糖和阿拉伯木聚糖可直接与肠道中的胰蛋白酶、脂肪酶等消化酶络合,降低了消化酶的活性。NSP是细胞壁的主要成分,不能被消化酶水解,大分子消化酶也不能通过细胞壁进入细胞内,因而对细胞内容物形成了一种包被作用^[1],从而使营养物质无法

被动物利用,降低肉仔鸡的生产性能和饲料转化效率。肉仔鸡采食小麦含量较高的日粮时,小麦中的NSP使小肠食糜粘度增加,粘性食糜在胃肠道内停留的时间延长^[7],营养物质在小肠前段不能完全被消化,使肠道中后段的微生物得到更多的可利用的基质而大量繁殖^[8]。大量的微生物一方面可与宿主竞争营养,同时,又会产生毒素危害宿主健康,使死淘率升高。添加木聚糖酶后,食糜粘度降低,营养物质在小肠前段的充分利用限制了后段微生物所获得的基质,通过限制底物而抑制了有害微生物的繁衍,减少肠道疾病,改善动物健康。这是添加NSP酶后,肉仔鸡死淘率降低的原因之一。另一方面,NSP酶降解作用的产物,会产生多种寡糖,他们具有生理活性,可增强体内吞噬细胞活力,提高机体免疫功能。

大多数研究表明,小麦日粮中添加NSP酶可提高肉仔鸡对小麦的利用率,提高肉仔鸡生产性能。目前对NSP酶提高肉仔鸡生产性能的机理主要有3种解释:一是NSP酶降低小肠食糜粘度;二是打破细胞壁,释放营养物质,提高营养物质的利用率^[9];三是影响了内源消化酶的活性和消化道组织的营养分配^[10]。Choct和Annison^[11]认为小麦戊聚糖抗营养作用的机制是使食糜粘度升高。但是,Kocher等报道肉仔鸡采食小麦含量高的日粮后生产性能差主要是因为营养物质消化率和能量的利用率低,而不是因为可溶性NSP浓度增加致使肠道食糜粘度升高。Preston等报道添加外源酶可降低肠道食糜粘度19%~22%,但对家禽生产性能没有显著影响。彭玉麟^[12]用体外模拟肉仔鸡消化的方法已经证明,木聚糖酶降解阿拉伯木聚糖,从而降低食糜粘度。随着酶作用时间的延长,酶解液的相对粘度是先升高后下降。这是因为木聚糖酶不断降解阿拉伯木聚糖,将部分不溶性NSP降解,释放细胞壁中被束缚的养分,增加了酶解液中的溶质浓度,从而增加了粘度。随着酶作用时间的进一步延长,可降解的不溶性NSP越来越少,被释放的营养物质不断被机体利用,因而粘度开始下降。Ikeda等认为NSP可与胰蛋白酶、脂肪酶等消化酶络合,降低酶的活性。添加NSP酶后,细胞壁破碎,营养物质释放量增加,诱导酶活力增加^[13]。但是,从大多数研究结果来看,NSP酶提高内源消化酶活性的变异较大,这是因为酶本身稳定性较差,目前对酶活分析尚无统一的方法。本次试验中,小麦日粮添加木聚糖酶后,肉仔鸡42日龄淀粉酶活性显著升高,21日龄淀粉酶活性升高4.9%,但没有达到显著水平。淀粉酶活性依赖于Ca²⁺,NSP可通过酯键、醚键、酚基耦联等作用与饲料中多种无机离子形成螯合物,抑制了淀粉酶活性。NSP酶将NSP降解成小分子片段,降低了NSP与无机离子螯合的能力,从而提高淀粉酶活性。试验中添加NSP酶对胰蛋白酶和糜蛋白酶活性无显著影响的原因还有待于进一步研究解释。

多数研究表明,肉仔鸡小麦日粮中添加NSP酶提高肉仔鸡生产性能的原因是提高了小麦日粮的表观代谢能(AME)。本次试验也证实了这一结论。AME提高的原因是由于淀粉、蛋白质、脂肪等营养物质消化率的提高所致(见表5)。NSP是细胞壁的主要成分,淀粉、蛋白质、脂肪等营养物质作为细胞内容物贮藏在胚乳层细胞中。单胃动物不能分泌降解NSP的酶,因而不能破碎细胞壁,限制了营养素的释放。添

加NSP酶可使NSP被降解成一些小分子的片段,破坏细胞壁NSP-木质素-蛋白质-脂类物质-矿物质的复杂的交联结构,促进细胞壁崩解,使营养物质释放出来,提高营养物质的利用率。

4 结论

小麦全部取代玉米,肉仔鸡21和42日龄体重分别降低3.1%和1.1%,1~3周、4~6周耗料增重比分别升高1.4%、5.9%,全期死淘率升高128%;能量利用率、淀粉、蛋白质和脂肪消化率降低。全小麦日粮中添加木聚糖酶后,小肠食糜粘度显著降低,淀粉酶活性升高,营养物质消化率提高,21和42日龄体重均增加1.7%,死淘率降低71.9%,耗料增重比显著降低。总之,小麦日粮中添加木聚糖酶可提高淀粉、蛋白质、脂肪消化率和能量利用率,从而提高肉仔鸡的生产性能。

[参考文献]

- [1] 刘强. 我国麦类饲料中非淀粉多糖抗营养作用机理的研究[D]. 北京:中国农业科学院, 1998.
- [2] Annison, G. Polysaccharide Composition of Australian Wheats and the Digestibility of their Starches in Broiler Chicken Diets[J]. Aust J Exp Agric, 1990, 30: 183~ 186.
- [3] Vahouny G V, M M Cassidy. Dietary Fibre and Absorption of Nutrients [J]. Proc, Soc, Exp Biol Med, 1985, 180: 432.
- [4] Pettersonm D, Aman P. Enzyme Supplementation of a Poultry Diet Containing Rye and wheat[J]. Br J Nutr, 1989, 62: 139~ 149.
- [5] 汪 傲. 饲料抗营养因子与酶制剂应用研究进展[A]. 动物营养研究论文集——中国畜牧兽医学学会动物营养分会第七届全国会员代表大会暨学术研讨会[C]. 北京:中国农业出版社, 1996. 233~ 243.
- [6] Ikeda K, Kusan K. In Vitro Inhibition of Digestive Enzymes by Indigestible Polysacchrides[J]. Cereal Chem, 1983, 60: 260~ 263.
- [7] Gohl B, Gohl I. The Effect of Viscous Substances on the Transit Time of Barley Digesta in Rats[J]. J Sci Food Agric, 1977, 28: 911~ 915.
- [8] Christl S U, Bartram H P, Paul A, et al. Bile Acid Metabolism by Colonic Bacteria in Continuous Culture effects of Starch and pH[J]. Ani Nutr Metab, 1997, 41: 45~ 51.
- [9] Almirall M M, Francesch A M, Perez Vendrell J, et al. Esteve Garcia. The Differences in Intestinal Viscosity Produced by Barley and β Glucanase Alter Digesta Enzymes Activities and Ideal Nutrient Digestibilities More in Broiler Chicks than in Cocks[J]. J Nutr, 1995, 125: 947~ 955.
- [10] 高宁国, 韩正康. 大麦日粮添加粗酶制剂对肉仔鸡生产性能和血液某些指标的影响[J]. 南京农业大学学报, 1997, 20(4): 65~ 70.
- [11] Choct M, Annison G. Antinutritive Effect of wheat Pentosans in Broiler Chickens: Roles of Viscosity and Gut Microflora[J]. Br Poul Sci, 1992, 33: 821~ 834.
- [12] 彭玉麟. 木聚糖酶在肉仔鸡小麦日粮中的应用及其作用机理的研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2003.
- [13] 贾 巍. 多糖酶在肉仔鸡日粮中的应用及蛋公鸡强饲法评估其作用效果的研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2003.

(责任编辑: 苏 幔)