

文章编号:1673-1689(2005)02-0100-07

陈化早粳糙米对仔猪小肠黏膜二糖酶及生产性能的影响

舒剑成¹, 金征宇^{1*}, 赵建伟¹, 徐学明¹, 贺建华², 陈国平³,
郭启原³, 李俊波³, 刘大建³

(1. 江南大学 食品学院, 江苏 无锡 214036; 2. 湖南农业大学 动物科技学院, 湖南 长沙 410128;
3. 唐人神集团研发中心, 湖南 株洲 412000)

摘 要: 本试验研究了在经膨化处理的陈化早粳糙米日粮中添加外源 α -淀粉酶和糖化酶对断奶仔猪小肠黏膜二糖酶、血液生化指标和生产性能的影响。试验为日粮不同加工处理(膨化、不膨化)和加外源酶(添加、不添加)两因子设计, 共4个处理。结果表明, 试验猪的生产性能总体趋势是非膨化组好于膨化组, 非膨化加酶组的日增重比膨化加酶组在第14天和第28天分别高出23.66%和16.83%, 料肉质量比降低了16.88%和7.36%; 膨化和添加外源酶显著提高了断奶仔猪试验第14天十二指肠中麦芽糖酶的活性, 然而膨化显著降低了断奶仔猪试验第28天空肠中乳糖酶、麦芽糖酶、异麦芽糖酶和蔗糖酶的活性, 添加外源酶显著提高了断奶仔猪试验第28天空肠中乳糖酶和麦芽糖酶的活性。试验结果表明, 对断奶仔猪高糊化度膨化陈化糙米是没有必要的。

关键词: 陈化早粳糙米; 挤压膨化; 黏膜二糖酶; 外源酶; 断奶仔猪; 生产性能

中图分类号: S 511.2⁺1

文献标识码: A

Effect of Aged Unpolished Early Hsien Rice Diets on Mucosa Disaccharidase of Small Intestine and Production Performance of Piglets

SHU Jian-cheng¹, JIN Zheng-yu^{1*}, ZHAO Jian-wei¹, XU Xue-ming¹, HE Jian-hua²,
CHENG Guo-ping³, GUO Qi-yuan³, LI Jun-bo³, LIU Da-jian³

(1. School of Food Science and Technology, Southern Yangtze University, Wuxi 214036, China; 2. School of Animal Science Technology, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China; 3. Research and Development Center, Hunan Tang Ren Sheng Group, Zhuzhou 412000, China)

Abstract: The extraneous sources α -starch enzyme and saccharifying enzyme were added to extruded aged unpolished early hsien rice diets for weaned piglets. The effects on mucosa disaccharidase of small intestine, biochemical parameter, production performance of weaned piglets were studied. The experiment was designed with two factors, one was processing methods (extrusion or not), and another was whether addition of enzymes is needed. The results indicated that the production performance trend of the extruded diets group was better than the non-extruded diets group in the general. Gain of body weight of the non-extruded diets group was

收稿日期: 2004-05-19; 修回日期: 2004-06-30.

作者简介: 舒剑成(1966-), 男, 湖南湘乡人, 工程师, 食品工程硕士研究生; * 责任作者.

万方数据

23.66% and 16.83% higher than that of the extruded diets group in 14th and 28th day, and feed meat ratio decreased 16.88% and 7.36% in 14th and 28th day, compared with that of the extruded diets group. Extrusion and adding extraneous sources enzymes increased the activity of maltase in duodenum evidently in 14th day, but decreased the activities of lactase, maltase, isomaltase and invertase in empty intestine evidently in 28th day. Adding extraneous sources enzymes increased the activities of lactase and maltase in empty intestine of warned piglets in 28th day evidently. The experiment results indicated that it was not necessary to extrude the aged unpolished rice with high gelatinization degree for weaned piglets.

Key words: aged unpolished early hsien rice; extrusion; mucosa disaccharidase; extraneous sources enzyme; weaned piglet; production performance

稻米在长期的贮藏过程中会发生一系列变化而导致稻米陈化,主要是米的蒸煮品质和食用品质下降.据不完全统计,在我国南方水稻的三大主产区湖南、湖北、江西省,陈化粮高达 500 亿 kg 以上,而陈化粮用作饲料的研究比较少.张德福研究了早粳糙米在猪日粮中的营养价值评定^[1],前人对膨化的玉米^[2]、大麦^[3]、高粱^[4]、大豆^[5]研究表明,膨化加工可提高原料的利用率.

黏膜消化是各种养分的最终消化阶段^[6],肠黏膜是所有养分的最终消化场所.Uni^[7]、Siddons^[8]和戴文波特^[9]等研究证明,小肠二糖酶在碳水化合物利用方面起着至关重要的作用.糙米的主要成分为淀粉,这必然会对碳水化合物消化利用的相关二糖酶产生深刻影响.

本试验研究了陈化早粳糙米碳水化合物代谢相关酶系变化的关系、添加外源酶和加工处理对断奶仔猪生产性能的影响,有利于认识碳水化合物在动物体内的消化代谢机理,并有利于缓解我国粮食库存压力,扩大能量饲料的原料来源.

1 材料与方法

1.1 试验动物处理及日粮

选择 26±2 日龄断奶的杜×长×大三元杂交仔猪 96 头[平均体重(6.95±0.05) kg],随机分为 24 个栏,每栏 4 头,公母各半,保证各处理间的初始体重一致($P>0.05$),随机安排采食相应日粮.

试验猪位于 2.00 m²×1.25 m²的猪栏,每栏含试猪 4 头,猪栏装配自动饮水器及料槽,猪只自由采食和饮水.试验所用陈化及经膨化处理早粳糙米营养成分见表 1(测定值为干基).用陈化及经膨化处理的早粳糙米配成非膨化和膨化试验日粮,试验日粮依次是:A 为非膨化不加酶日粮,B 是膨化不加酶日粮,C 是非膨化加酶组(添加量:淀粉酶 2 500

IU/kg+糖化酶 20 000 IU/kg),D 是膨化加酶组(添加量:淀粉酶 2 500 IU/kg+糖化酶 20 000 IU/kg)(见表 2,测定值以风干日粮为基础).

表 1 挤压与非挤压陈化糙米的营养成分
Tab. 1 Nutrient components of extruded or non extruded aged unpolished early indica rice

项 目	挤 压	非挤压
干物质/(g/kg)	904.00	900.00
总能/(MJ/kg)	18.00	17.71
粗蛋白/(g/kg)	111.70	110.00
粗灰分/(g/kg)	24.20	18.00
钙/(g/kg)	0.88	0.67
总磷/(g/kg)	3.40	3.20
糊化度/%	87.1	28.50
精氨酸/(g/kg)	6.30	7.80
组氨酸/(g/kg)	2.50	3.00
异亮氨酸/(g/kg)	3.70	4.20
亮氨酸/(g/kg)	7.20	8.30
赖氨酸/(g/kg)	3.30	4.10
蛋氨酸/(g/kg)	2.40	2.90
苯丙氨酸/(g/kg)	4.30	5.00
苏氨酸/(g/kg)	3.40	4.00
色氨酸/(g/kg)	1.30	1.70
缬氨酸/(g/kg)	5.50	6.40

1.2 试验设计

两因子设计,以不同加工处理(膨化,不膨化)和加酶(添加,不添加)为考察因子,2×2 因子组合,共 4 个处理,每个处理 6 个重复,共计 24 个重复(栏),每栏 4 头试猪.

表 2 日粮组成、营养水平及酶活力

Tab. 2 Compositions and nutrition level of rations

项 目	处 理			
	A	B	C	D
组成				
陈化早籼糙米/(g/kg)	587.6	0	587.6	0
膨化陈化早籼糙米/(g/kg)	0	587.6	0	587.6
乳清粉/(g/kg)	50.0	50.0	50.0	50.0
豆粕/(g/kg)	243.0	243.0	243.0	243.0
鱼粉/(g/kg)	60.0	60.0	60.0	60.0
豆油/(g/kg)	19.3	19.3	19.3	19.3
磷酸氢钙/(g/kg)	12.0	12.0	12.0	12.0
石粉/(g/kg)	7.1	7.1	7.1	7.1
食盐/(g/kg)	3.4	3.4	3.4	3.4
赖氨酸盐酸盐/(g/kg)	2.4	2.4	2.4	2.4
蛋氨酸/(g/kg)	0.2	0.2	0.2	0.2
苏氨酸/(g/kg)	0.4	0.4	0.4	0.4
氯化胆碱/(g/kg)	2.0	2.0	2.0	2.0
酸化剂/(g/kg)	2.0	2.0	2.0	2.0
预混料/(g/kg)	10.0	10.0	10.0	10.0
α -淀粉酶/(g/kg)	0	0	0.625	0.625
糖化酶/(g/kg)	0	0	0.2	0.2
营养成分				
干物质/(g/kg)	905	905	900	908
消化能/(MJ/kg)	13.93	13.93	13.93	13.93
粗蛋白/(g/kg)	216	217	215	216
钙/(g/kg)	7.8	8.1	8.5	8.1
总磷/(g/kg)	7.6	7.8	7.8	7.4
赖氨酸/(g/kg)	14.0	13.5	14.0	13.5
蛋氨酸/(g/kg)	5.0	4.4	4.9	5.0
蛋氨酸+胱氨酸/(g/kg)	7.9	7.4	8.0	8.0
苏氨酸/(g/kg)	7.7	7.9	9.1	8.5
α -淀粉酶/(IU/kg)	6.3	8.5	2509	2508
糖化酶/(IU/kg)	12.1	10.3	20018	20010

1.3 动物屠宰方案、样品收集及二糖酶活性测定

试验期共 4 周。在试验第 2 周和第 4 周末每个处理选试验猪 3 头,饲喂相应试验日粮 2 h 后,颈静脉放血,剖开腹腔,取出内脏,在冰盒冷却的铁板上迅速分别截取十二指肠、空肠前、中、后段和回肠各约 40 cm 及胰脏,生理盐水冲洗后剖开肠管,干纱布蘸干水分,用载玻片刮取肠黏膜装入塑料管,立即放入液氮速冻,−80 ℃ 冰箱贮存。分析时将样品于室温(约 20 ℃)解冻,称取样品 0.6~1.0 g,加入

5 倍 0.4 mol/L KCl 的冷溶液中,用 PolyPCU® (Sweden) 匀浆 20 s,14 000 r/min×4 ℃ 离心 15 min,取上清液冻存于−80 ℃ 冰箱备测。

将小肠黏膜匀浆液与底物(乳糖、蔗糖及麦芽糖)溶液混合在 37 ℃ 培养 20 min(乳糖和麦芽糖)和 60 min(蔗糖)后,用分光光度计于 420 nm 处测定样品、空白及标准样品 OD 值,得出反应释放出的游离葡萄糖量,由下式计算各二糖酶活性:

二糖酶活性(U/g)=10×(OD_{样品}−OD_{空白})×稀释系数/(180×t×n)

其中:t 为孵育时间(min),n 为系数,乳糖和蔗糖为 1,麦芽糖为 2。

1.4 动物采血、样品收集及血液指标分析

试验第 2 周和第 4 周末每个处理选试验猪 3 头,饲喂相应试验日粮 2 h 后,用真空采血器前腔静脉采血 6~8 mL,凝固后以 2 500 r/min 离心 15 min 后分离血清,冻存于−20 ℃ 冰箱,2 周内用 Technicon RA-1000 全自动生化分析仪,测定血清葡萄糖和尿素氮含量。考察试验猪各阶段生产性能指标。

1.5 生产性能指标测定

分别于试验第 2 周和第 4 周称取试验猪个体重,以重复为单位记录采食量,计算各生长阶段试验猪平均日增重、日采食量和饲料转化率。

1.6 统计分析

用 SPSS 9.0 统计软件进行两因素方差分析。统计模型包括不同加工方式、酶制剂添加以及二者的相互作用,试猪的采食量和饲料转化率以栏为分析单元,平均日增重、黏膜二糖酶等数据以每头试猪数据作为分析单元;各分析指标的差异显著性以 P<0.05 作为标准。

2 结 果

2.1 小肠黏膜二糖酶

不同加工方式和添加外源酶对试验猪十二指肠、空肠、回肠黏膜二糖酶活性的影响见表 3~5。

从表 3~5 可以看出,二糖酶活性分布的大体趋势是:乳糖酶、异麦芽糖酶和蔗糖酶在断奶仔猪空肠黏膜中的活性最高,而麦芽糖酶在断奶仔猪回肠黏膜中的活性最高,海藻糖酶在断奶仔猪的十二指肠和空肠黏膜中的活性基本接近,这与闵琛^[10]、许梓荣^[11]和程志斌^[12]报道的结果一致。二糖酶在动物肠道黏膜中活性的分布与二糖酶的种类和动物肠道的不同段落有关。

表 3 膨化与外源酶对断奶仔猪十二指肠黏膜中二糖酶活性的影响

Tab. 3 Effects of aged rice with different treatments on the activity of disaccharosase in duodenum mucosa of weaned piglet								
受试 时间/d	膨化组		加外源酶组		P 值			
	不膨化	膨化	不加酶	加酶	SEM	膨化组	加酶组	交互作用
乳糖酶活性/(U/g)								
14	0.40	0.67	0.43	0.63	0.21	0.383	0.502	0.723
28	0.32	0.23	0.28	0.28	0.06	0.362	0.985	0.287
麦芽糖酶活性/(U/g)								
14	3.08	4.82	2.47	5.43	0.51	0.042	0.003	0.032
28	3.29	3.53	3.01	3.80	0.66	0.802	0.417	0.779
异麦芽糖酶活性/(U/g)								
14	0.15	0.26	0.14	0.27	0.06	0.254	0.129	0.063
28	0.13	0.26	0.16	0.24	0.05	0.070	0.269	0.039
蔗糖酶活性/(U/g)								
14	0.12	0.31	0.09	0.34	0.17	0.452	0.323	0.322
28	0.09	0.17	0.18	0.07	0.07	0.468	0.300	0.571
海藻糖酶活性/(U/g)								
14	1.46	1.31	1.36	1.41	0.17	0.535	0.832	0.116
28	1.59	1.35	1.59	1.35	0.25	0.526	0.539	0.315

表 4 膨化与外源酶对断奶仔猪空肠黏膜中二糖酶活性的影响

Tab. 4 Effects of aged rice with different treatments on the activity of disaccharosase in jejunum mucosa of weaned piglet								
受试 时间/d	膨化组		加外源酶组		P 值			
	不膨化	膨化	不加酶	加酶	SEM	膨化组	加酶组	交互作用
乳糖酶活性/(U/g)								
14	0.72	0.65	0.57	0.81	0.16	0.780	0.315	0.696
28	0.86	0.37	0.47	0.76	0.08	0.003	0.033	0.018
麦芽糖酶活性/(U/g)								
14	6.66	6.61	5.42	7.85	0.88	0.970	0.087	0.381
28	8.31	5.95	5.62	8.64	0.55	0.016	0.004	0.052
异麦芽糖酶活性/(U/g)								
14	0.23	0.23	0.20	0.26	0.04	0.942	0.397	0.783
28	0.29	0.19	0.21	0.26	0.03	0.032	0.171	0.021
蔗糖酶活性/(U/g)								
14	0.83	0.50	0.48	0.85	0.21	0.280	0.234	0.558
28	0.73	0.36	0.47	0.62	0.10	0.032	0.314	0.450
海藻糖酶活性/(U/g)								
14	1.14	1.50	1.43	1.21	0.26	0.373	0.561	0.912
28	1.44	1.37	1.29	1.51	0.11	0.654	0.179	0.354

表 5 膨化与外源酶对断奶仔猪回肠黏膜中二糖酶活性的影响

Tab. 5 Effects of aged rice with different treatments on the activity of disaccharosase in ileum mucosa of weaned piglet								
受试 时间/d	膨化组		加外源酶组		P 值			
	不膨化	膨化	不加酶	加酶	SEM	膨化组	加酶组	交互作用
乳糖酶活性/(U/g)								
14	0.09	0.19	0.09	0.19	0.07	0.381	0.347	0.378
28	0.09	0.27	0.14	0.22	0.13	0.347	0.632	0.368
麦芽糖酶活性/(U/g)								
14	7.51	9.07	7.91	8.67	0.90	0.255	0.567	0.723
28	7.33	6.75	4.98	9.10	1.51	0.793	0.091	0.410
异麦芽糖酶活性/(U/g)								
14	0.04	0.04	0.05	0.04	0.01	0.853	0.693	0.600
28	0.09	0.08	0.11	0.07	0.02	0.738	0.299	0.950
蔗糖酶活性/(U/g)								
14	0.38	0.28	0.27	0.40	0.08	0.373	0.274	0.900
28	0.37	0.19	0.29	0.27	0.07	0.103	0.821	0.512
海藻糖酶活性/(U/g)								
14	0.58	0.59	0.34	0.83	0.14	0.977	0.045	0.427
28	0.96	0.90	0.94	0.92	0.06	0.449	0.879	0.318

通过对日粮加工(膨化或不膨化)或日粮中加外源酶(加外源酶或不加外源酶)可以影响动物肠道黏膜中二糖酶的活性.从表 3~5 可以看出,膨化陈化早粳糙米对二糖酶活性影响,可显著降低断奶仔猪试验 28 d 空肠黏膜中乳糖酶($P=0.003$)、麦芽糖酶($P=0.016$)、异麦芽糖酶($P=0.032$)和蔗糖酶($P=0.032$)的活性,而对海藻糖酶的活性没有影响.对十二指肠黏膜中大部分二糖酶的活性有提高作用,对回肠黏膜中二糖酶活性的影响较少;日粮中添加酶也影响二糖酶的活性,加入淀粉酶和糖化酶可显著提高断奶仔猪试验 28 d 空肠黏膜中乳

糖酶($P=0.033$)和麦芽糖酶($P=0.004$)的活性,而对其它二糖酶的活性影响较少.也能显著提高十二指肠(14 d)黏膜中麦芽糖酶的活性($P=0.003$),对回肠黏膜中二糖酶活性的影响较少;膨化工艺的互作效应对二糖酶活性的影响主要发生在十二指肠的麦芽糖酶($P=0.032$)和异麦芽糖酶($P=0.039$)以及空肠的乳糖酶($P=0.018$)和异麦芽糖酶($P=0.021$).

2.2 血液葡萄糖及尿素氮含量

不同加工方式和添加外源酶对试猪血液指标的影响见表 6.

表 6 膨化与外源酶对断奶仔猪(试验 0~28 d)血清中葡萄糖和尿素氮的影响

Tab. 6 Effects of aged rice with different treatments on the activity of blood sugar and urea nitrogen in serum of weaned piglets (trial periods 0~28 days)

受 试 时间/d	膨化组		加外源酶组		P 值			
	不膨化	膨化	不加酶	加酶	SEM	膨化组	加酶组	互作效应
葡萄糖/(mg/dL)								
14	8.53	9.44	7.51	10.45	3.26	0.848	0.542	1.000
28	9.59	10.33	10.04	9.89	2.05	0.804	0.961	0.304
尿素氮/(mg/dL)								
14	3.59	4.64	4.28	3.95	0.45	0.136	0.608	0.842
28	3.98	4.68	4.36	4.30	0.41	0.252	0.924	0.376

从表 6 可以看出,血清中葡萄糖和尿素氮的含量没有显著性差异.饲喂膨化陈化早粳糙米日粮的断奶仔猪在 14 d($P=0.136$)和 28 d($P=0.252$)血清中有较高的尿素氮,但差异不显著;在日粮中补充淀粉酶和糖化酶对断奶仔猪血清中葡萄糖和尿

素氮含量没有影响,膨化与酶的互作效应对其血清中葡萄糖和尿素氮含量也没有影响.

2.3 生产性能指标

不同加工方式和添加外源酶对试猪生产性能影响见表 7,8.

表 7 各阶段不同日粮试猪的生产性能						
Tab. 7 Growing performances of pigs with different rations during the trial period						
阶段/ d	指 标	处 理				P 值
		A	B	C	D	
0~14	始重/kg	6.94±0.10	6.96±0.11	6.96±0.11	6.94±0.11	0.999
	日增重/g	310.1±20.7	307.1±20.3	324.3±28.3	262.3±19.0	0.251
	日采食量/g	396.8±32.7	425.7±21.3	411.3±30.4	411.7±44.7	0.941
	料肉比	1.32±0.04 ^A	1.40±0.04 ^{AB}	1.28±0.06 ^A	1.54±0.05 ^B	0.006
14~28	日增重/g	531.6±33.2	507.1±24.2	553.9±25.9	474.1±24.4	0.206
	日采食量/g	883.6±75.3	817.9±39.9	845.4±66.1	770.5±43.8	0.581
	料肉质量比	1.66±0.10	1.60±0.03	1.51±0.07	1.63±0.06	0.463

注:同行肩注不同大写字母表示差异极显著($P<0.01$).

表 8 膨化与外源酶对断奶仔猪 (试验 0~28 d) 生产性能的影响								
Tab. 8 Effects of aged rice with different treatments on growing performance of weaned piglets (trial periods 0~28 days)								
阶段/ d	膨化组		加外源酶组		P 值			
	不膨化	膨化	不加酶	加酶	SEM	膨化组	加酶组	互作效应
日增重/g								
0~14	317	285	309	293	16	0.155	0.502	0.196
14~28	534	490	519	505	21	0.134	0.628	0.510
0~28	415	379	406	387	20	0.215	0.516	0.457
日采食量/g								
0~14	404	418	411	412	24	0.665	0.994	0.673
14~28	864	794	851	808	41	0.241	0.470	0.937
0~28	636	616	643	610	33	0.676	0.495	0.851
料肉质量比								
0~14	1.30	1.41	1.36	1.41	0.03	0.002	0.289	0.084
14~28	1.59	1.61	1.64	1.57	0.05	0.674	0.371	0.211
0~28	1.49	1.58	1.56	1.57	0.03	0.034	0.908	0.027

由表 7,8 所示,在阶段 1(0~14 d)、阶段 2(14~28 d)和阶段 3(0~28 d),饲喂膨化陈化早粳米日粮断奶仔猪比不膨化组的日增重分别下降质量分数 10.1% ($P=0.155$), 8.2% ($P=0.134$) 和 8.7% ($P=0.215$),而在日粮中补充淀粉酶和糖化酶在三阶段对仔猪的日增重和日采食量没有显著影响. 通过 28 d 的试验可以看出,膨化与酶的互作效应对三阶段仔猪的日增重和日采食量没有显著影响. 在料肉质量比方面,膨化日粮组比非膨化日粮组显著地提高了 8.46% (0~14 d, $P=0.002$) 和 6.04% (0~28 d, $P=0.034$),膨化与酶的互作效应也提高了料肉质量比 (0~14 d, $P=0.084$; 0~28 d, $P=0.027$),在阶段 2(14~28 d),它们对料肉质量比都没有显著性的影响. 试验猪生产性能总体趋势是非膨化组的生产性能较膨化组好,非膨化加酶的日增重较膨化加酶组日增重在两个阶段分别高出 23.66% 和 16.89%,料肉质量比降低了 16.88%

($P=0.005$)和 7.36%.

3 讨论与结论

饲喂非膨化陈化糙米日粮的断奶仔猪比饲喂膨化陈化糙米日粮的有更好的料肉质量比 ($P=0.03$). 这可能是膨化使糙米中的蛋白质发生了美拉德反应从而降低了蛋白质的利用率. 从表 1 分析比较可以看出,膨化陈化糙米的主要氨基酸含量比未膨化的平均降低了约 15.52%. Weurding 等^[13]报道了用肉鸡饲喂缓慢的或完全消化淀粉比饲喂易消化淀粉具有更好的饲料转化率,膨化能使淀粉变得更加容易被消化酶所消化从而导致淀粉类型的转化.

膨化陈化糙米能提高断奶仔猪十二指肠中麦芽糖酶的活性,然而非膨化陈化糙米日粮比膨化陈化糙米日粮能显著提高断奶仔猪空肠中二糖酶的

活性,高的二糖酶活性意味着淀粉在不断水解成单糖为动物生长提供能源. 因为空肠的长度占整个小肠长度的 88%~91%,是碳水化合物主要的消化吸收场所,所以饲喂膨化陈化糙米日粮的仔猪空肠中二糖酶的活性低以至于影响了仔猪的生产性能. 添加外源的 α -淀粉酶和糖化酶能显著提高断奶仔猪十二指肠和空肠黏膜二糖酶的活性,提高的主要原因在于外源酶促进了日粮中碳水化合物的分解,使二糖酶相应底物量增加,根据“酶-底物”理论,动物消化系统必须分泌更多的酶来适应消化的需要,因而内源酶的活性有所提高. 但是二糖酶活性提高的程度还不足以影响断奶仔猪的生产性能,因为仔猪的生长除了能量的需要外,更重要的是蛋白质需要.

血清中的尿素氮(BUN)水平和日粮氨基酸平衡之间呈负相关,因此 BUN 含量被认为是测定氨基酸需要量的重要反映指标. 从本试验结果(表 6)

可以看出,饲喂膨化陈化糙米日粮的断奶仔猪血清中的 BUN 有升高的趋势,这与仔猪的生产性能结果一致,可能与膨化对陈化糙米中的部分氨基酸有破坏作用有关.

陈化糙米在贮藏和加工过程中会造成一些营养物质的损失,特别是氨基酸的损失和淀粉利用率的降低(可能产生了部分抗性淀粉),这些必然影响断奶仔猪的生产性能,还需进一步探索不同糊化度膨化陈化糙米对仔猪养分消化率的影响.

本试验结果表明,膨化陈化糙米能提高断奶仔猪十二指肠黏膜中二糖酶的活性,降低空肠黏膜中二糖酶的活性,同时还降低了陈化糙米中必需氨基酸的含量;添加外源酶可以提高十二指肠和空肠黏膜中部分二糖酶的活性,但并不能改善仔猪的生产性能,因此对于断奶仔猪对陈化早粳糙米进行高糊化度膨化是没有必要的.

参考文献：

[1] 张德福. 早粳糙米在猪日粮中的营养价值评定[D]. 北京:中国农业大学农业部饲料工业中心,2002.

[2] Mercier C, Feillet P. Modification of carbohydrate components by extrusion cooking of cereal products[J]. **Cereal Chem**, 1975,52:283.

[3] Chae B J, Kang H I, Han In K, *et al*. The effect of maize particle size and pellect size on growth and carcase traits in growing-finishing pigs[J]. **Kor J Anim Nutr Feed**, 1998, 22:81—86.

[4] Kim I H, Hancock J D, Burnham L,*et al*. Processing produres and feeding system for sorghum-based diets given to lactating sows[J]. **J Anim Sci**,1995,73(Suppl. 1):185.

[5] 金征宇,徐学明,朱建平,等. 大豆膨化技术的研究[J]. 中国饲料,1996,(7):22—24.

[6] 孙哲,汪傲. 二糖酶及其在动物消化吸收中的作用[J]. 动物营养学报,2001,13(3):1—7.

[7] Uni Z ,Noy Y,Sklan D. Posthatch development of small intestine functionin the poultry[J]. **Poultry Science**, 1999, 78:215—222.

[8]Siddons R C, Goates M E. The influence of the intestinal microfflora on dissaccharidase activities in the chick[J]. **Br J Nutr**, 1972, 27:101—112.

[9] 戴文波特. 消化道生理学[M]. 北京医学院生理教研组译. 北京:科学出版社,1976. 269—281.

[10] 闵琛,许春娣,陈舜年. 双糖酶缺乏症[J]. 国外医学儿科学分册, 2003,30(4):178—180.

[11] 许梓荣,李卫芬,孙建义. 猪胃肠道黏膜二糖酶的性质[J]. 动物学报,2002,48(2):202—207.

[12] 程志斌,葛长荣. 黏膜二糖酶[J]. 饲料研究, 2002,(2):15—18.

[13] Weurding R E. Kinetics of starch digestion and performance of broiler chickens[D]. Wageningen; Wageningen University, 2002.

(责任编辑:杨 勇)