

植酸酶对肉鸭饲用原料钙与磷及其养分真利用率的影响

李江长¹, 戴求仲², 贺建华^{1*}

(1.湖南农业大学动物科学技术学院, 湖南 长沙 410128; 2.湖南省畜牧兽医研究所, 湖南 长沙 410131)

摘要:在18种常用肉鸭饲料原料中添加750 U/kg的植酸酶,通过鸭的强饲代谢试验来探究植酸酶对钙、磷及干物质、粗蛋白、粗脂肪、能量等真利用率的改善程度。结果表明:与加酶前比较,加酶后供试原料的总磷真利用率的提高幅度为0.92%~17.29%,其中,对次粉2、麦麸、米糠、玉米总磷的提高幅度差异达到显著或极显著水平,分别为11.79%($P<0.05$)、8.46%($P<0.05$)、17.29%($P<0.05$)、16.33%($P<0.01$),其余原料的总磷真利用率均有不同程度的提高,但差异不显著($P>0.05$);对钙真利用率的提高幅度为2.74%~22.12%,其中,对碎米(早)、玉米皮、小麦、麦麸、棉粕的钙真利用率的提高作用显著($P<0.05$),分别为16.37%、17.12%、30.75%、21.40%、22.12%,对糙米(晚)的提高幅度最小,仅为2.74%,对其余原料的提高幅度均在5%以上;加酶后供试原料的干物质、粗蛋白、粗脂肪、能量真利用率的提高幅度分别为0.03%~14.60%,0.71%~27.05%,2.00%~37.69%、0.17%~10.07%;植酸酶对原料有效磷的改进值范围为0.02~2.60 g/kg。综合分析,在肉鸭饲料原料中添加750 U/kg的植酸酶,对钙、磷及干物质、粗蛋白、粗脂肪真利用率的改善效果较明显。

关键词:肉鸭;植酸酶;钙;磷;养分真利用率

中图分类号: S834.4

文献标志码: A

文章编号: 1007-1032(2015)01-0071-04

Study of phytase on bioavailability of calcium, phosphorus and other nutrients of feedstuffs for ducklings

Li Jiangchang¹, Dai Qiuzhong², He Jianhua^{1*}

(1.College of Animal Science and Technology, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China; 2.Hunan Institute of Animal Science and Veterinary Medicine, Changsha 410131,China)

Abstract: The study was conducted via metabolic experiment of forced feed on Linwu ducks to determine the effects of phytase (750 U/kg) supplemented to 18 kinds of feedstuffs on the utilization of calcium, phosphorus, and other nutrients. Results showed that the true utilization rate of phosphorus by the supplementation of phytase to all feedstuffs could be improved by range from 0.92% to 17.29%, and among of which, to wheat middling 2, wheat bran, rice bran, and corn powder were improved 11.79% ($P<0.05$), 8.46% ($P<0.05$); 17.29% ($P<0.05$) and 16.33% ($P<0.01$) respectively, which had reached significant or very significant level. While, the utilization rate on the rest of the feedstuffs, on the contrast, were some improved, but they did not reach up to the significant level ($P>0.05$). The true utilization rate of calcium by supplementation of phytase to all feedstuffs could be improved by the range from 2.74% to 22.12%, furthermore, to broken rice (early), corn, wheat, wheat bran, and cotton pulp's, the utilization rate had reached the significant level ($P<0.05$) with the respective value of 16.37%, 17.12%, 30.75%, 21.40% and 22.12%. The improvement by the supplementation of phytase to all feedstuffs increased by over 5% except for to brown rice (late), which was only by 2.74%. The supplementation of Phytase respectively increased the true utilization rate of dry matter, crude protein, crude fat, and energy by from 0.03% to 14.60%, 0.71% to 27.05%, 2.00% to 37.69% and 0.17% to 10.07%; and the efficient phosphorus improvement value for 18 feedstuffs ranged from 0.02 g/kg to 2.6 g/kg. Therefore, there were great effects by supplementation of phytase to duck feedstuffs on the enhancing utilization rate of phosphorus, calcium and other nutrients.

Keywords: ducklings; phytase; calcium; phosphorus; bioavailability

磷是畜禽所必需的矿物质元素之一。磷不仅是构成骨骼、牙齿等的重要成分,而且是大多数酶及重要生命物质 DNA、RNA 的结构成分^[1]。磷的摄入量不足,将会严重影响畜禽的生产性能。畜禽饲料原料主要为植物性原料。植物性原料中大都含有60%~70%的植酸磷^[2]。由于畜禽体内缺乏植酸酶,因而植酸磷不能够被降解利用。为满足畜禽需求,在配制日粮的过程中,必须添加外源无机磷。饲料中未被利用的磷则随粪便大量排出体外,不仅造成非可再生磷资源的浪费,而且易导致水质资源及土壤的污染。植酸酶能够降解植酸磷,提高畜禽对磷及其他养分的有效利用率。日粮中添加植酸酶,探讨其对营养物质利用率的影响的研究^[3-8]较多。这些试验使用的饲料多为复合饲料。本研究选取18种常用肉鸭饲料原料(烘干、粉碎,制成单一样品),分别添加750 U/kg的植酸酶,旨在通过鸭的强饲代谢试验来探究加酶后对每种饲料的钙、磷及其养分真利用率的影响效果,现将结果报道如下。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 供试动物

选取36只健康、采食正常、体重(约为3 kg)相近的临武鸭成年公鸭作为试验动物。供试鸭随机分为6组,每组6个重复,每个重复1只鸭。单笼饲养,自然光照,自由饮水,非试验期按照正常程序饲养管理。

1.1.2 供试饲料原料

选取2种稻谷(早稻、晚稻,湖南),2种糙米(早、晚稻糙米,湖南),2种碎米(早、晚稻碎米,湖南),玉米(河北),DDGS(湖南),玉米皮(山东),小麦(江苏),麦麸(河南),次粉1(河北),次粉2(江苏),米糠(益阳),糠粕(益阳),菜粕(常德),棉粕(常德),豆粕(江苏)共18种原料作为试验原料。原料经烘干、粉碎、过孔径0.3 mm筛后制成风干样品,于自封袋保存作为待测原料。

1.1.3 供试植酸酶

活性为5 000 U/g的颗粒状植酸酶,在待测原料中的添加剂量为750 U/kg。

1.1.4 试验试剂

硫酸(分析纯)、硫酸铜(分析纯)、硫酸钠(分析纯)、氢氧化钠(分析纯)、硼酸(分析纯)、甲基红、溴甲酚绿、盐酸(分析纯)、无水乙醚(分析纯)、盐酸羟胺(分析纯)、三乙醇胺(分析纯)、乙二胺(分析纯)、钙黄绿素、甲基百里香酚蓝、氢氧化钾、孔雀石绿、淀粉(分析纯)、钙标准溶液(100 μg/mL)、硝酸(分析纯)、偏钒酸铵、钼酸铵、磷标准品(100 μg/kg)。

1.2 试验设计

试验在湖南省畜牧兽医研究所水禽试验场家禽代谢室进行。

每种原料为1个处理,每个处理设6个重复。18种原料分设加酶、不加酶2种处理,共36个处理。每批次可进行6个处理的试验,每个处理填饲同一种原料,共分6批次完成。

鸭强饲代谢试验程序包括4个时期:预饲期、禁食排空期、强饲期和粪尿排泄物收集期。每个试验组预饲待测原料3 d,禁食2 d后,进行强饲试验。用强饲器强饲约50、60 g(依据原料可消化性和适口性而定)的待测原料,并记录个体强饲时间,强饲结束后用特制收粪袋固定在鸭的泄殖腔处塑料瓶盖上,开始收集粪尿排泄物;禁食2 d后,不进行强饲,收集的排泄物则为内源排泄;每12 h收集1次排泄物,持续48 h。每期代谢试验的时间为9 d,试验鸭休整2 d后继续进行下一期试验。非试验期饲喂全价基础日粮。收集每只鸭的排泄物后,按每100 g鲜粪加10%盐酸20 mL,并将粪样立即保存于-4℃冰箱。收集48 h后,在65℃恒温鼓风烘箱中烘干至恒重,室温下回潮24 h,并记录每个重复排泄物的风干样质量,粉碎过孔径0.3 mm筛制成风干待测样品,以备实验室分析。代谢试验分为2个阶段,第一阶段用待测肉鸭常用饲料原料直接填饲进行代谢试验;第二阶段在待测原料中添加750 U/kg植酸酶,然后再进行代谢试验^[9-10]。

1.3 检测指标与方法

检测指标:原料样、粪样以及内源排泄物样中的干物质、总能、粗脂肪、粗蛋白、钙、磷。

检测方法^[11]:干物质采用重量法测定;总能用氧弹式量热仪测定;粗蛋白采用凯氏定氮法测定;粗脂肪用索氏提取法测定;钙采用乙二胺四乙酸二

钠(EDTA)法测定；磷采用磷钒钼酸比色法测定。

试验数据经 Excel 2007 整理后,采用 SPSS 16.0 进行统计分析,结果以“平均值±标准差”表示。

2 结果与分析

2.1 加酶前后的养分真利用率

统计分析结果(表 1)表明:加酶后干物质的真利用率均有一定程度的提高,幅度为 0.03%~14.60%,其中糙米(早)、玉米、DDGS、次粉 2 与加酶前的差异达到极显著水平($P<0.01$),分别提高 4.34%、4.91%、6.34%和 14.60%,其余原料与加酶前的差异不显著;粗蛋白真利用率的提高幅度最大的是糠粕,达到 27.05%($P<0.01$),同时对玉米、玉米皮、碎米(早)和菜粕的改善程度达到显著或极显著水平,分别为

19.78%($P<0.05$)、18.22%($P<0.05$)、15.25%($P<0.01$)和 12.23%($P<0.01$),其余原料也均有提高,但差异不显著($P>0.05$);对 18 种原料粗脂肪真利用率的改善作用也十分明显,其中对稻谷(早)、碎米(晚)、麦麸、菜粕的改善作用达到显著水平($P<0.05$),分别提高 12.13%、17.63%、19.99%、37.69%,对糙米(晚)的作用达到极显著水平,提高幅度达 35.76%($P<0.01$),对其他原料虽有改善作用,但差异不显著($P>0.05$);对能量真利用率的改善作用变化幅度为 0.17%~10.07%,其中,对玉米能量真利用率的改善作用极显著,提高 3.23%($P<0.01$),对 DDGS、糠粕的改善作用差异显著($P<0.05$),分别提高 5.79%、4.99%,对其余原料能量真利用率的改善作用差异均不显著($P>0.05$),但都有提高的趋势。

表1 常用原料加酶前后的养分真利用率

饲料原料	干物质真利用率		粗蛋白真利用率		粗脂肪真利用率		能量真利用率	
	加酶前	加酶后	加酶前	加酶后	加酶前	加酶后	加酶前	加酶后
稻谷(早)	74.43±2.03	75.58±1.45	60.50±12.38	71.34±10.42	(62.79±3.93)a	(74.92±7.47)b	76.69±0.72	77.29±3.49
糙米(早)	(91.09±1.24)A	(95.43±1.84)B	71.19±8.89	83.96±13.32	79.62±7.99	87.24±3.30	92.56±1.64	95.36±1.83
碎米(早)	98.28±1.18	98.25±0.27	(68.53±1.50)A	(83.78±1.99)B	93.25±4.16	95.95±2.29	95.74±4.12	98.10±0.24
稻谷(晚)	79.58±2.75	81.63±1.59	63.76±12.39	70.51±7.77	74.63±4.27	81.30±8.69	79.67±2.57	81.97±1.86
糙米(晚)	96.29±2.20	97.18±1.42	88.40±3.93	91.37±2.03	(60.30±9.83)A	(96.06±5.20)B	96.13±1.77	97.11±0.99
碎米(晚)	94.78±3.86	99.08±0.85	80.45±9.67	81.16±12.69	(77.25±7.47)a	(94.88±4.13)b	95.42±4.41	98.89±0.66
玉米	(87.72±1.05)A	(92.63±1.45)B	(60.79±10.92)a	(80.57±7.93)b	90.51±3.71	92.51±1.41	(88.68±0.96)A	(91.91±1.57)B
DDGS	(48.14±0.54)A	(54.48±1.33)B	71.48±8.92	76.57±8.05	80.12±1.16	84.01±1.83	(58.39±2.63)a	(64.18±1.29)b
玉米皮	38.14±4.28	41.93±3.36	(14.17±2.32)a	(32.39±11.00)b	66.43±2.09	68.92±4.07	42.91±1.35	43.08±2.61
小麦	82.22±4.85	83.86±1.99	59.97±9.56	63.37±3.92	52.79±6.58	55.20±12.82	82.21±5.26	84.61±2.09
次粉 1	69.71±0.32	69.24±3.04	38.18±11.17	50.86±10.22	65.03±15.54	72.27±10.17	69.65±3.49	72.30±3.85
次粉 2	(71.67±3.51)A	(86.27±0.77)B	58.06±17.44	59.36±4.78	61.58±11.20	80.02±7.94	75.26±8.26	85.33±2.61
麦麸	68.04±3.63	71.75±1.92	45.96±11.30	61.73±12.39	(36.73±11.50)a	(56.72±5.13)b	71.44±2.65	72.17±1.79
豆粕	55.75±4.33	58.26±4.52	32.29±5.69	34.39±6.21	△	△	66.92±2.82	68.38±3.57
棉粕	41.62±1.44	42.85±2.42	45.87±8.72	53.47±9.66	△	△	50.54±1.73	57.03±8.73
菜粕	38.49±2.60	40.76±1.96	(26.03±0.59)A	(38.26±4.56)B	(43.09±11.77)a	(80.78±10.06)b	40.50±4.85	43.19±5.12
米糠	49.82±3.91	58.44±5.33	38.94±8.91	54.58±13.55	83.13±4.74	85.43±5.35	57.91±2.54	63.47±5.42
糠粕	58.63±4.01	63.05±5.42	(33.84±7.45)A	(60.89±3.46)B	57.31±7.84	60.50±8.20	(63.47±2.44)a	(68.46±3.19)b

“△”表示项目检测出的数值失真,弃用。

2.2 加酶前后钙与磷的真利用率及有效磷改进值

由表 2 可知,与加酶前比较,加酶后总磷真利用率的提高幅度为 0.92%~17.29%,其中,次粉 2、麦麸、米糠、玉米的提高幅度差异达到显著或极显著水平,分别提高 11.79%($P<0.05$)、8.46%($P<0.05$)、17.29%($P<0.05$)、16.33%($P<0.01$),其余原料均有不同程度的提高,但差异不显著($P>0.05$)。对钙真

利用率同样有较好的改善作用,尤其对碎米(早)、玉米皮、小麦、麦麸、棉粕的改善作用差异达到显著水平($P<0.05$),分别提高 16.37%、17.12%、30.75%、21.40%和 22.12%,对糙米(晚)提高幅度最小,为 2.74%,其余原料的提高幅度均在 5%以上。

18 种原料的有效磷改进值范围为 0.02~2.60 g/kg;其中,对玉米的改进程度差异达到极显著水平,为

0.29 g/kg($P<0.01$);对次粉 2、麦麸和米糠的改进程度差异达到显著水平($P<0.05$),分别提高 0.34、0.75、

2.60 g/kg,对其余原料也有不同程度的改进值,但差异不显著($P>0.05$)。

表2 常用原料加酶前后钙与磷真利用率及有效磷改进值

Table 2 True utilization rate of Ca, P and EPIV on usual feedstuffs with phytase added

饲料原料	总 磷/%		有效磷改进值/ (g·kg ⁻¹)	钙/%	
	加酶前	加酶后		加酶前	加酶后
早 稻	41.91±10.69	52.03±9.56	0.28	76.66±5.99	85.11±6.52
糙米(早)	57.55±8.31	66.13±11.41	0.30	85.43±4.97	92.01±6.26
碎米(早)	84.79±4.18	85.71±8.73	0.02	(54.93±5.30)a	(71.30±6.97)b
晚 稻	53.30±8.65	61.06±1.14	0.20	64.03±10.37	85.98±7.70
糙米(晚)	62.28±8.45	68.37±2.26	0.20	85.53±4.78	88.27±5.94
碎米(晚)	83.94±13.18	86.20±3.27	0.02	34.64±6.86	45.59±4.46
玉米	(46.04±1.73)A	(62.37±4.37)B	0.29	75.26±14.80	83.71±10.55
DDGS	31.21±6.10	38.70±11.51	0.53	58.41±8.66	64.17±2.77
玉米皮	△	△	△	(15.20±1.32)a	32.32±7.40b
小麦	43.69±8.24	49.54±5.86	0.19	(58.50±3.42)a	(89.25±13.61)b
次粉 1	34.19±3.55	40.41±5.43	0.37	42.26±6.39	49.05±7.27
次粉 2	(44.84±6.28)a	(56.63±5.27)b	0.34	71.60±5.91	81.61±10.16
麦麸	(55.94±3.57)a	(64.40±6.07)b	0.75	(65.36±10.87)a	(86.76±8.81)b
豆粕	31.87±3.81	35.05±7.36	0.22	26.10±1.57	34.19±6.72
棉粕	38.12±8.07	39.55±2.87	0.14	(32.77±6.88)a	(54.89±5.51)b
菜粕	20.73±8.76	27.95±5.91	0.80	59.23±10.78	70.82±7.92
米糠	(24.60±2.11)a	(41.89±7.53)b	2.60	△	△
糠粕	37.83±8.54	43.70±6.11	1.02	78.25±6.73	89.50±3.78

“△”表示项目检测出的数值失真,弃用。

3 结论

在本研究条件下,通过鸭的强饲代谢试验发现,原料中添加 750 U/kg 的植酸酶后,能够不同程度的提高鸭对原料养分的真利用率,提高的幅度分别为干物质 0.03%~14.60% 粗蛋白 0.71%~27.05%,粗脂肪 2.00%~37.69%,能量 0.17%~10.07%。加酶后,对钙、磷真利用率的提高也有比较理想的作用效果,提高幅度分别为 2.74%~22.12%、0.92%~17.29%。对 18 种原料有效磷改进值(EPIV)的提高幅度为 0.02~2.60 g/kg。

参考文献:

- [1] 孙宏选. 高剂量植酸酶对肉鸡生产性能及能量和蛋白质养分利用率的影响[D]. 北京: 中国农业科学院, 2011: 7-8.
- [2] 贺建华. 植酸磷与植酸酶研究进展[J]. 动物营养学报, 2005, 17(1): 1-6.
- [3] Camden B J, Morel P C H, Thomas D V, et al. Effectiveness of exogenous microbial phytase in improving the bioavailabilities of phosphorus and other nutrients in maize-soybean meal diets for broilers[J]. Animal Science, 2001, 73: 289-297.
- [4] 陈琳. 植酸酶对肉鸭生产性能及营养物质利用的影响

[D]. 南京: 南京农业大学, 2009.

- [5] Shirley R B, Edwards H M. Graded levels of phosphorus past industry standards improves broiler performance[J]. Poultry Sci, 2003, 82: 671-680.
- [6] 韩进成, 杨晓丹, 姚军虎. 微生物植酸酶与 1~21 日龄肉鸡饲粮无机磷当量模型研究[J]. 畜牧兽医学报, 2008, 39(7): 907-914.
- [7] Driver J P, Edwards H M. Improvement in nitrogen-corrected apparent metabolizable energy of peanut meal in response to phytase supplementation[J]. Poultry Science, 2006, 85: 96-99.
- [8] 黄兴国, 刘文敏, 黄璜, 等. 不同植酸酶对生长猪生产性能和养分利用的影响[J]. 湖南农业大学学报: 自然科学版, 2008, 34(1): 53-55.
- [9] 徐淑静. 常用饲料磷真利用率的测定及不同生长阶段肉鸭植酸酶磷当量的研究[D]. 武汉: 华中农业大学, 2010: 43-46.
- [10] 张旭, 张艳国, 蒋桂韬. 谷物及其副产品中添加非淀粉多糖酶对肉鸭养分利用率的影响[J]. 动物营养学报, 2013, 25(12): 2888-2896.
- [11] 贺建华. 饲料分析与检测[M]. 北京: 中国农业出版社, 2005: 10-30, 186-223.

责任编辑: 苏爱华

英文编辑: 王 库