

对生长猪直肠与回肠末端大米粉 氨基酸消化率的测定^{*}

范国英¹, 王永军¹, 王顺岗², 张立新²

(1 西北农林科技大学 动物科技学院, 陕西 杨凌 712100;

2 河南舞阳第三职业高中, 河南 漯河 462415)

[摘 要] 选用6头(27±3 kg)杜洛克×长白×约克夏三元杂交去势公猪, 采用粪分析法和瓣前端端回-直肠吻合术回肠末端取样法, 测定了大米粉的氨基酸消化率。结果表明, 粪分析法所测大米粉的粗蛋白表观消化率为89.67%, 真消化率为96.85%; 氨基酸表观消化率平均值为89.93%, 真消化率平均值为95.37%。回肠末端取样法所测大米粉的粗蛋白表观消化率为68.48%, 真消化率为80.39%; 氨基酸表观消化率平均值为76.20%, 真消化率平均值为85.86%。直肠氨基酸平均真消化率比回肠氨基酸高9.97%。

[关键词] 大米粉; 生长猪; 回直肠吻合术; 氨基酸消化率

[中图分类号] S816.443.2

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2005)03-0029-04

近年来, 随着畜牧业及饲料工业的快速发展, 我国对稻谷及其加工副产品等非常规饲料资源的开发利用研究日趋活跃。大米加工过程中产生大量副产物, 主要为砻糠粉、米糠、碎米和大米粉, 其中砻糠粉占20%, 米糠约占6.4%, 碎米占2%~3%, 大米粉占1%~3%^[1]。大米粉是去除米糠后, 在产生普通大米以及精致大米的过程中所产生的粉状物, 包括后段加工过程中脱落的米胚、糠粉和前段加工工序中未清除干净的米糠。

国内在稻谷及其加工副产品等非常规饲料资源开发利用的研究中, 只是对稻谷、糙米、碎米、大米粉等产品的常规营养成分及氨基酸含量进行了大量的测定, 并未进一步对大米粉的氨基酸回肠消化率进行分析。为了开发利用大米加工副产品——大米粉非常规饲料资源, 本试验采用粪分析法和瓣前端端回-直肠吻合术回肠末端取样法, 测定了猪对大米粉的直肠和回肠末端氨基酸消化率, 以期对大米粉营养价值的评定提供基础数据。

1 材料与方法

1.1 试验设计与日粮配制

选择初始体重为(27±3) kg左右的杜洛克×长白×约克夏三元杂交去势公猪6头, 按3×2单因

子3重复随机区组设计, 用大米粉配制半纯合日粮, 用醋酸纤维素和淀粉配制无氮日粮。试猪用猪瘟、猪丹毒二联疫苗免疫和敌百虫驱虫。术前1周入代谢笼。3头猪施以瓣前回直肠端侧吻合术。试验分预试期和正试期各4 d, 恢复期为1周。

饲料原料样品配方及饲料营养成分组成见表1和表2, 饲喂量按试猪体重的0.35%饲给。

1.2 手术步骤与术后护理

手术方法参考Green^[2]、张英群^[3]、钟华宜^[4]和张洪福^[5]等方法并加以改进。手术按慢性生理试验要求进行, 术前禁食72 h, 代以饮用糖盐水维持水和电解质的平衡。手术用盐酸氯胺酮配合安定注射液耳缘静脉注射进行麻醉(氯胺酮用量10 mg/kg)。手术中用葡萄糖生理盐水进行滴注, 每1 h追加1次氯胺酮和安定注射液, 用量减半。在距回盲瓣瓣前3~5 cm处切断回肠, 远端进行缝合。在距肛门25~30 cm处切断直肠, 两端分别缝合, 在直肠远端的腹侧面切一小口, 把回肠断端小心牵拉至直肠切口, 进行端侧吻合。

术后将猪放入代谢笼中, 连续5d注射青霉素(320万U)和链霉素, 并用碘酊进行伤口消毒。术后6~8 h喂软化饲料, 排粪后喂恢复期全价饲料。10 d后拆除皮肤缝合线。

* [收稿日期] 2004-05-17

[作者简介] 范国英(1973-), 女, 河南焦作人, 在读博士, 主要从事动物中毒性及营养代谢性疾病研究。

[通讯作者] 王永军(1963-), 男, 陕西杨凌人, 副研究员, 主要从事动物营养研究。

表 1 饲料样品和试验饲料配方表

Table 1 The character of the feed and composition level of experiment diets g/kg

原料 Feed	半纯合日粮 Semi-purified diet	无氮日粮 N itrogen-free diet	原料 Feed	半纯合日粮 Semi-purified diet	无氮日粮 N itrogen-free diet
大米粉 Ricee flour	981.0	-	碳酸氢钠 NaHCO ₃	6.2	6.2
淀粉 Starch	-	908.5	胆碱 Choline	1.0	1.0
醋酸纤维素 Cellulose acetate	-	50.0	碳酸钙 CaCO ₃	1.0	3.25
矿物质添加剂 Additives	4.0	4.0	磷酸氢钙 CaHPO ₄	-	20.3
维生素添加剂 Vitamin	0.4	0.4	土霉素 Oxytetracycline	0.15	0.15
食盐 Salt	6.2	6.2			

注: 矿物质添加剂中含: 锰 15.90 g/kg, 锌 42.00 g/kg, 铁 40.50 g/kg, 铜 72.50 g/kg, 钴 0.3 g/kg, 碘 0.114 g/kg, 硒 0.1 g/kg, 维生素添加剂中含: 维生素 A 5.12 g/kg, 维生素 D₃ 1.0 g/kg, 维生素 E 9.2 g/kg, 维生素 K 3.76 g/kg, 维生素 B₁ 5.86 g/kg, 维生素 B₂ 26.88 g/kg, 维生素 B₆ 24.5 g/kg, 维生素 B₁₂ 0.05 g/kg, 烟酸 39.80 g/kg, 泛酸钙 40.00 g/kg, 叶酸 1.57 mg/kg, 生物素 0.04 g/kg,

Note: Additives provide: Mn 15.90 g/kg, Zn 42.00 g/kg, Fe 40.50 g/kg, Cu 72.50 g/kg, Co 0.3 g/kg, I 0.114 g/kg, Se 0.1 g/kg Vitamin provide: VA 5.12 g/kg, VD₃ 1.0 g/kg, VE 9.2 g/kg, VK 3.76 g/kg, VB₁ 5.86 g/kg, VB₂ 26.88 g/kg, VB₆ 24.5 g/kg, VB₁₂ 0.05 g/kg, nicotinic acid 39.80 g/kg, calcium pantothenic acid 40.00 g/kg, folacin 1.57 mg/kg, biotin 0.04 g/kg

表 2 饲料样品的营养成分组成

Table 2 Nutrient content level of experiment diets

原料营养成分含量 Nutrient content feed	干物质/ (g · kg ⁻¹) Dry matter	粗蛋白/ (g · kg ⁻¹) Crude proein	消化能/ (MJ · kg ⁻¹) Digestible energy	粗脂肪/ (g · kg ⁻¹) Ether extract	粗纤维/ (g · kg ⁻¹) Crude fibre	粗灰粉/ (g · kg ⁻¹) Crude ash	钙/ (g · kg ⁻¹) Calcium	磷/ (g · kg ⁻¹) Phosphorus
半纯合日粮 Semi-purified diet	878.3	144.4	157.1	56.0	2.3	72.8	0.9	16.23
无氮日粮 N itrogen-free diet	-	-	158.8	-	-	-	7.0	5.0

1.3 试验步骤与饲养管理

荷术猪与正常猪同时进入试验期。预试期第 1 天称重, 以确定采食量。试验期喂半纯合日粮, 每天 2 次(8:00 和 16:00)。正试期以每天上午 9:00 为界, 24 h 为 1 d, 收集粪便。收集的粪便加入 0.27 mol/L 的 HCl(正常猪粪便每 kg 鲜样加 200 mL, 荷术猪粪便每 kg 鲜样加 50 mL)和数滴甲苯以防止微生物发酵。

记录每头猪每天的粪便鲜重, 每天按鲜粪的 10% 的固定比例采样, 放入 4℃冰箱中保存。正试期结束后, 分别将每头猪 4 d 的粪样混合均匀, 于烘箱中烘干, 测定鲜样中风干物和干物质的百分含量, 风干样粉碎过 40 目筛, 密闭置冰箱中保存。

试验完毕, 喂恢复期全价日粮, 1 周后, 喂无氮日粮, 测其内源氮。

1.4 测定指标及计算

1.4.1 测定指标和方法 测定饲料原料和粪样等样品的干物质含量和氨基酸含量。样品经氧化水解后用 121MB 型氨基酸分析仪进行测定。

1.4.2 消化率的计算 氨基酸的表观消化率和真消化率的计算按下式进行:

表观消化率= $\frac{\text{食入氨基酸}(\text{g/d}) - \text{粪中氨基酸}(\text{g/d})}{\text{食入氨基酸}(\text{g/d})}$;
真消化率= $[\text{食入氨基酸}(\text{g/d}) - \text{粪中氨基酸}(\text{g/d}) + \text{内源氮}$

基酸(g/d)]/食入氨基酸(g/d)。

1.5 统计方法

应用 SPSS 统计软件对试验数据进行处理。

2 结果与分析

2.1 术后试猪状况

观察发现, 荷术猪术后 4 d 食欲旺盛, 并在试验期内一直保持良好体况。荷术猪饮水量明显高于正常猪, 排尿量降低, 因荷术猪失去大肠重吸收水分的功能, 排泄的食糜水分含量高, 造成生理性稀便, 但不影响其生理状态和营养物质回肠消化率的测定。由于荷术猪食糜排出受肛门括约肌约束, 需积累到一定量时才能形成排便反射, 每天排便次数有限, 在收样期内日排泄量变异较大, 收样方式类似于全收粪法, 所需时间较长, 故本试验连续收集了 96 h。

2.2 氨基酸消化率

粪分析法与回肠末端取样法所测的大米粉氨基酸表观和真实消化率结果见表 3。由表 3 可知, 大米粉的直肠氨基酸表观消化率为 89.93%, 真消化率为 95.37%; 回肠氨基酸表观消化率为 76.20%, 真消化率为 85.86%。粪分析法所测大米粉的氨基酸消化率明显高于回肠末端取样法所测的氨基酸消化率, 直肠粗蛋白消化率比回肠粗蛋白消化率高

23%, 真消化率比回肠真消化率高 17%; 平均氨基酸真消化率比回肠氨基酸真消化率高 9.97%。其他学者的试验结果^[4]表明, 粪分析法测定结果比回肠末端取样法的结果高 10% 左右, 这与本试验所测结果十分接近。

表 3 大米粉的直肠和回肠氨基酸表观消化率及真实消化率

氨基酸 Amino acid	直肠 Rectal		回肠 Ileal	
	表观消化率 Apparent digestibility	真消化率 True digestibility	表观消化率 Apparent digestibility	真消化率 True digestibility
粗蛋白 Crude protein	89.67±0.27	96.85±1.93	68.48±2.17	80.39±1.89
天冬氨酸 Asp.	90.41±1.51	95.64±1.37	75.00±2.10	81.86±2.58
苏氨酸 Thr.	88.63±1.73	94.96±1.91	68.31±3.30	80.61±3.33
丝氨酸 Ser.	90.94±1.16	95.95±1.34	74.45±1.95	83.21±2.08
谷氨酸 Glu.	92.68±1.02	96.70±1.03	79.37±2.10	84.55±2.05
脯氨酸 Pro.	87.60±3.51	93.94±2.14	72.50±2.21	120.52±8.09
甘氨酸 Gly.	89.16±0.94	95.05±1.02	68.31±3.29	84.84±4.03
丙氨酸 Ala.	90.65±1.30	95.73±1.20	74.29±2.22	81.77±2.21
胱氨酸 Cys.	87.29±4.01	93.37±2.53	81.16±3.23	87.08±4.68
缬氨酸 Val.	88.29±2.75	94.10±1.66	72.85±3.69	80.01±4.67
蛋氨酸 Met.	92.19±1.82	97.01±2.60	77.70±7.39	80.88±6.58
异亮氨酸 Ileu.	84.60±4.01	93.29±1.66	73.50±4.89	81.06±4.83
亮氨酸 Leu.	90.78±0.57	95.81±0.63	77.27±2.39	82.92±2.64
酪氨酸 Tyr.	88.58±2.01	94.38±1.07	82.34±2.51	91.18±3.23
苯丙氨酸 Phe.	89.70±1.13	95.21±0.89	78.20±3.90	83.76±3.95
赖氨酸 Lys.	88.89±0.88	95.22±1.84	65.52±4.68	71.94±4.81
组氨酸 His.	93.45±0.43	97.07±0.74	85.34±0.46	89.84±0.37
精氨酸 Arg.	95.05±0.28	97.93±0.81	89.35±0.13	93.58±0.17
氨基酸平均消化率 Mean amino acids digestibility	89.93±1.35	95.37±1.00	76.2±1.46	85.86±1.60

3 讨 论

3.1 粪分析法与回肠末端取样法测值的比较

氨基酸消化率是评定单胃动物饲料蛋白质营养价值的重要参数。在测定饲料氨基酸消化率时, 常规收粪法即直肠末端收粪法, 由于大肠微生物的干扰而受到一些营养学家的批评, 故通常采用回肠消化率来表示饲料的氨基酸消化率。Zebrowka 等^[6]在采食无氮日粮动物的回肠远端注入水解酪蛋白, 发现其均被动物消化和吸收, 但几乎又全部通过尿氮从尿液排出体外。如果从口灌注, 则门静脉中的游离氨基酸含量较高而尿素水平低。Sauer^[7], Just 等^[8]试验也表明, 氨基酸注入大肠对猪体蛋白质的营养改善作用微乎其微。另一方面, Mason 等^[9]发现, 猪粪中高达 50% 的含氮化合物是菌体蛋白, 且菌体蛋白合成量不但受大肠内容物含氮量的影响, 而且受日粮中碳水化合物的性质及残渣数量的影响, 若以马铃薯淀粉取代玉米淀粉, 可使氮的表观消化率降低 1%~4%。

正是由于大肠微生物的发酵改变了回肠末端食

糜的化学组分, 最终使得盲肠末端粪便化学构成发生了改变, 导致直肠末端粪分析法的结果不能准确反映饲料蛋白质被猪利用的情况。而回肠末端分析法测定的氨基酸消化率, 避免了大肠微生物对小肠分泌的内源性蛋白质、氨基酸和未消化外源蛋白质的降解, 并且不受尿中氨基酸和排泄氮的影响, 故回肠末端取样法较粪分析法则更为精确和敏感, 更能有效地估计氨基酸的有效性。Sauer 等^[10], Ivan 和 Farrell^[11]等采用回肠分析法和粪分析法, 测定了不同粉碎粒度小麦、大麦以及软质和硬质小麦消化率的差别, 结果表明, 回肠末端取样法大大提高了测试灵敏度, 粪分析法无法分析的项目通过回肠分析法可以进行区别。因此, 回肠末端氨基酸消化率具有可加性, 更能体现饲料原料的有效营养价值, 提高饲料利用率。

本试验用粪分析法和回肠末端取样法测定了猪对大米粉氨基酸的消化率和回肠消化率。试验所测得的大米粉回肠氨基酸表观消化率, 比 Buraczewska^[12], Stein^[13]所测得的玉米回肠氨基酸表观消化率高, 比豆粕低。大米粉的回肠氨基酸真消

化率稍低于中国饲料数据库所测的玉米回肠真消化率。导致大米粉氨基酸平均消化率低的原因可能与其颗粒细度有关。据报道^[14], 饲料颗粒大小对饲料的消化率影响很大, 细度过小可在一定程度上降低猪对饲料氨基酸的消化吸收。大米粉的生产过程因受生产工艺的制约, 粒度过细, 可能影响了其在猪体内的消化和吸收。

3.2 荷术猪生理状况

回直肠吻合术除瓣前端侧和瓣后端侧吻合不用安装套管外, 瓣前端端吻合和瓣后端端吻合均要在降结肠处安装套管, 以排除大肠中的残余内容物。本试验未在降结肠上安装套管, 而是直接横断回肠与直肠, 将直肠两端进行缝合, 在直肠腹侧面切一小口, 然后牵拉回肠至直肠小口进行回直肠端侧吻合, 完全游离大肠, 大肠成为一个完全封闭的死腔。术后连续 5 d 注射治疗剂量的青霉素, 故大肠微生物不会发酵产气而影响荷术猪术后的生理状况。将直肠两端分别缝合可以避免流入直肠的食糜返流入大肠

而重新受到大肠微生物的影响。回肠与直肠进行端侧吻合, 可以避免食糜在回肠与直肠交接处发生堵塞。荷术猪术后不会因有套管而发炎, 且术后护理比安装套管荷术猪更为方便省力。

回直肠吻合猪食糜虽然不是从回肠直接流出, 而是从肛门排出的, 但由于食糜从回肠末端流出后, 经过大约 10 cm 直肠, 所需时间很短, 大肠微生物还来不及形成高密度群落即随同食糜一同排出体外, 无法对食糜充分作用。消化率低的饲料经过回肠后残渣虽然较多, 但在残留的小段直肠中亦未被充分分解, 故对消化率测值影响很小。因此, 可以把回直肠吻合猪肛门排出的食糜视同回肠末端排出的食糜, 两者之间仅是水分含量不同。收样时, 在荷术猪肛门周围安装特制集粪袋, 粪便收集较为方便。试验期要注意添加水、电解质, 以保证荷术猪的正常水盐代谢。因此, 利用回-直肠吻合猪进行试验时最好在环境温度可控制条件下进行, 同时作好防护工作, 以尽可能减少猪毛污染粪便的机会^[15]。

[参考文献]

- [1] 李天真. 大米抛光工艺效果影响因素的分析[J]. 粮食与饲料工业, 2002, (10): 12- 13
- [2] Green S. Digestibility of amino acids in maize, wheat and barley meal, measures in pigs with ileo-rectal anastomosis and isolation of the large intestine[J]. J Sci Food Agri, 1987, 41: 29- 43
- [3] 张英群. 回直肠吻合术即可操纵的回盲半漏管法测定注饲料氨基酸消化率的研究[D]. 四川成都: 四川农业大学, 1993
- [4] 钟华宜. 回直肠吻合术与“桥”漏管测定猪饲料营养物质回肠消化率比较研究[J]. 动物营养学报, 1996, 8(2): 25- 31
- [5] 张宏福, 马永喜, 常碧影. 在回-直肠吻合猪日粮中添加可溶性糖对养分消化率的影响[J]. 畜牧兽医学报, 2000, 31(6): 503- 508
- [6] Zebrowska T. Digestion and absorption of nitrogenous compounds in the large intestine of pigs[J]. Roczn Nauk Roln, 1978, 95(3): 85- 90
- [7] Sauer W. C. Factors influencing amino acid availability for cereal grains and their components for growing monogastric animals[D]. Winnipeg Manitoba Canada: University of Manitoba, 1976
- [8] Just A, Jorgensen H, Fernandez J A. The digestibility capacity of the caecum-colon and the value of the nitrogen absorbed from the hind gut for protein synthesis in pigs[J]. Brit J Nutr, 1981, 46: 209- 219
- [9] Mason V C. Its influence on the apparent digestibility of nitrogen and amino acids[J]. J Anim Phy, 1976, 36: 310- 324
- [10] Sauer W C, Kennelly J J, Aherne F X, et al. Availabilities of amino acid in corn, wheat and barley for growing pigs[J]. Can J Anim Sci, 1981, 57: 585- 597
- [11] Ivan M, Farrell D J. Disappearance of components in digesta of pigs prepared with two re-entrant cannulae[J]. Anim Prod, 1976, 23: 111- 119
- [12] Buraczewski L, Wasilewski J, Fandrewski H, et al. Formulation of pig diets according to ileal digestible amino acid content[J]. Livestock Product Science, 1999, 59(1): 13- 24
- [13] Stein H H, Kim S W, Nielsen T T, et al. Standardized ileal protein and amino acid digestibility by growing pigs and sows[J]. J Anim Sci, 2001, 79: 2113- 2122
- [14] 李德发. 猪的营养[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003
- [15] 焦洪超, 邴爱英, 尚营利. 回-直肠吻合猪模型的建立及在非规范蛋白质价值评定中的作用[J]. 饲料工业, 2001, 22(4): 21- 23

(下转第 37 页)

Study of reproductive biology and artificial pollination of *G. elata* Bl

ZHOU Yuan, LIANG Zong-suo, ZHANG Yue-jin, MU Xiao-qian

(College of Life Sciences, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: The reproductive growth of *Gastrodia elata* Bl and the relation of the seed quality and pollination methods have been analyzed through experiment and research. The result shows that the number of flower is significantly different among the stems, and the growth dynamic regularity of reproductive organs is similar. Though the ratios of fruit set are not same, the quality of seeds got from allogamy is better.

Key words: *Gastrodia elata* Bl; reproductive biology; artificial pollination; allogamy

(上接第 32 页)

Abstract ID: 1671-9387(2005)03-0029-EA

Test of ileal and rectal amino acids digestibility of rice flour for growing pigs

FAN Guo-yong¹, WANG Yong-jun¹, WANG Shun-gang², ZHANG Li-xin²

(1 College of Animal Science, of Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100;

2 The Third Vocational Middle School of Wuyang, Wuyang, Henan 462415, China)

Abstract: This experiment determined the digestibility of amino acids of rice flour with the technique of collecting fecal and ileal digesta of six (27±3) kg three-way crossbred (Doric×Landrace×Yorkshire). The results showed that: the apparent and true digestibility of fecal crude protein were 89.67% and 96.85%; the mean value of apparent and true fecal amino acid digestibility of rice flour were 89.93% and 95.37%; the apparent and true digestibility of ileal crude protein were 68.48%, 80.39%; the mean value of ileal amino acids were 73.20% and 85.86%. The mean value of true rectal amino acid digestibility was 9.97% higher than the mean value of ileal amino acids.

Key words: rice flour; growing pig ileo-rectal anastomosis (IRA); amino acids digestibility