8卷 3期
1996年7月
动物营养学报
ACTA ZOONUTRIMENTA SINICA
Vol.8, No.3, 49～53
Jul.1996

鸡、猪对血粉的氨基酸真消化率及其受蛋白酶调控影响的研究

徐子伟 卢福庄 刘敏华
（浙江省农业科学院畜牧兽医研究所，杭州，310021）

钱玉英
（浙江省农业科学院微生物研究所，杭州，310021）

摘要 本研究用去盲肠鸡和回—直肠吻合猪评定了饲用蒸煮血粉的氨基酸真消化率（TAAD），并探讨了添加酸性蛋白酶对蒸煮血粉TAAD的调控效应。结果表明，蒸煮血粉平均TAAD在鸡（69.0%）明显低于猪（81.9%），而平均TAAD的酶促消化调控效应在鸡（11.2个百分点）明显高于猪（1.7个百分点）。

关键词 血粉 蛋白酶 氨基酸真消化率（TAAD） 去盲肠鸡 回—直肠吻合猪

畜禽血是一项大宗饲用蛋白质资源，血粉的粗蛋白含量和氨基酸总量都极高，其中赖氨酸更为突出，因此，血粉潜在的营养价值很高，不过对于按现行蒸煮干燥工艺生产的饲用血粉，有待于通过克服一些营养学缺陷来进一步挖掘其营养潜力。杨胜等（1992）通过国情调研指出，应通过对饲用血粉的营养价值评定来解决氨基酸不平衡、适口性差和消化率低等问题。显然，阐明饲用血粉在猪、鸡的氨基酸消化率并进而通过体内调控措施来提高消化率，是科学利用饲用血粉和挖掘血粉营养潜力的关键之一。但迄今为止，这方面的研究国内尚未见报道，同时也因加工工艺之差别，国外资料较难借鉴。因此我们进行了本项研究。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 蒸煮血粉：由浙江金华肉联厂生产，其加工工艺过程为：鲜猪血经蒸汽加热凝固、离心脱水、耙式烘干机烘干（130℃），再经粉碎制成饲用蒸煮血粉。产品外观呈红褐色。试验样品养分分析值（以干基计）为：粗蛋白95.9%、天门冬氨酸11.01%、苏氨酸3.46%、丝氨酸4.17%、谷氨酸8.57%、甘氨酸3.87%、丙氨酸6.61%、胱氨酸1.16%、缬氨酸7.03%、蛋氨酸0.69%、异亮氨酸1.09%、亮氨酸10.79%、酪氨酸1.67%、苯丙氨酸5.98%、组氨酸5.39%、赖氨酸8.31%、精氨酸3.82%、色氨酸0.18%、总氨基酸（脯氨酸未测未计）83.80%。

1.1.2 调控用酶制剂：由浙江省农科院微生物研究所主持研制，采用固体发酵法生产，其主要技术过程及技术指标：（1）菌种选育：用 $Co^{60}\gamma$－射线辐照诱变育种法获得一支产酸性蛋白酶

本文系浙江省自然科学基金项目和"八·五"攻关项目的部分内容
收稿日期： 1995－10－25

高酶活的黑曲酶变异菌株；(2)发酵工艺：斜面菌种培养(察氏培养基、28℃培养5～6天)→种子培养(培养基为麸皮89%、豆粕10%、无机盐1%、水100%，28℃培养3天)→发酵培养(培养基为麸皮76%、豆粕19%、无机盐3%、产酶促进剂2%、水100%，在28℃、相对湿度90%左右的曲房内，曲盘发酵培养50h)→出曲→制干曲(搅拌后40℃烘15h，水分＜8.0%)→粉碎、测酶活；(3)最佳酶活条件指标确定：在不同条件下测定酸性蛋白酶酶活(即每克干曲每分钟分解底物酪蛋白生成酪氨酸的微克数，单位为μ/g)，以最高酶活的条件为最适条件，测得酸性蛋白酶的最适作用pH值为3.0～3.5，最适作用温度为45～47℃；(4)调控试验：用酶制剂产品的酸性蛋白酶酶活调整到10000μ/g。

1.2 鸡氨基酸消化率测定

1.2.1 供测动物：按计成等(1992)的方法对20周龄伊莎公鸡施行去盲肠手术，术后恢复6周以上供试。试前1周于试鸡泄殖腔处用外科手术缝合集粪器。每个饲料测定用16只鸡，按4重复×4只设计。

1.2.2 饲粮设计：按15～20周龄生长蛋鸡营养需要配制2组半纯合试验饲粮(即蒸煮血粉加酶组与未加酶组)。该试验饲粮由20%蒸煮血粉、71%玉米淀粉、6.5%醋酸纤维素、2.5%矿物元素及维生素添加剂(加酶调控组则另加酶制剂0.4%，玉米淀粉减去相应量)组成。另配制1个用于内源氨基酸排泄量测定的纯合无氮饲粮，由45%蔗糖、45.67%玉米淀粉、6.5%醋酸纤维素、2.83%矿物元素及维生素添加剂组成。

1.2.3 试验过程：按改良的Sibbald的"TME"法进行消化试验，即试鸡禁食1夜→强饲50g饲粮(预饲)→禁食48h→强饲50g饲粮(正试)→收集48h排泄物→过渡10天再进入下一次测定。排泄物(65℃烘干)及饲粮分别取样，分析氨基酸。普通氨基酸含量采用6N盐酸水解、高效液相色谱仪测定；含硫氨基酸含量用过甲酸氧化处理后，再以同法单独测定；色氨酸含量用流动荧光比色法测定。计算氨基酸真消化率(TAAD)＝(食入氨基酸－排泄物中氨基酸＋内源氨基酸)/食入氨基酸。

1.3 猪氨基酸消化率测定

1.3.1 供测动物：按张珂卿等(1992)的方法对20～27kg体重的去势杜浙公猪进行回一直肠吻合术，术后恢复1个月供试。每个词粮用4头试猪进行测定。

1.3.2 饲粮设计：参考瘦肉猪相应体重阶段营养需要配制2组半纯合试验饲粮(即蒸煮血粉加酶组与未加酶组)；由15.30%蒸煮血粉、71.64%玉米淀粉、5.00%蔗糖、5.60%醋酸纤维素、2.46%矿物元素及维生素添加剂(加酶调控组加酶制剂0.3%，玉米淀粉减去相应量)组成。另配制测定内源氨基酸排泄量的纯合无氮饲粮1个，由78.70%玉米淀粉、10.00%蔗糖、3.00%大豆油、5.60%醋酸纤维素、2.66%矿物元素及维生素添加剂组成。

1.3.3 试验过程：消化试验方法基本参照张宏福等(1993)的方法进行。试猪于代谢笼内每日2次定时定量喂试验饲粮，预饲3天，正试4天。正试期全部收集排泄物，每日按比例取样，65℃烘干制样。氨基酸分析及TAAD计算同于上述鸡试验。

2 结果与讨论

2.1 鸡TAAD及其调控效应

由表1可见，鸡对未加酶蒸煮血粉各种氨基酸的TAAD在36.5%～93.2%之间，平均69.0%，即TAAD较低且不同氨基酸之间变异较大。血粉因其血球结构及其蒸煮干燥过程的高温破坏而导致其消化率较低，属于较难消化蛋白质。因此，我们用以酸性蛋白酶为优势酶种的酶制剂作消化道酶促消化调控，结果表明加酶调控效应极明显，各种氨基酸的平均效应达11.2个百分点（$P < 0.01$）。其中组氨酸与甘氨酸的正效应最为突出，但也发现赖氨酸的加酶效应是负值，同时发现与之同属一个吸收系统的组氨酸和精氨酸却有显著正效应。这种现象可能与有吉修二郎(1989)所述碱性氨基酸间的吸收竞争性有关。

2.2　猪TAAD及其调控效应

由表1可见，猪对未加酶蒸煮血粉各种氨基酸的TAAD在74.1%～93.1%之间，平均81.9%，大大高于鸡的测定结果。再看调控效应，加酶后，仅酪氨酸、亮氨酸、缬氨酸和丙氨酸的TAAD有显著的正效应（$P < 0.05$）；绝大多数氨基酸的TAAD均无显著正效应；苯丙氨酸、蛋氨酸、异亮氨酸和赖氨酸甚至有负效应。这种负效应的出现，可能与Jensen(1991)所述小肽的吸收速度远快于相应游离氨基酸的机制有关，也就是说，若加酶过量，虽促进消化，但不一定

表1　鸡、猪对蒸煮血粉的氨基酸真消化率

Table 1. True amino acid digestibility (TAAD) of steamed blood meal for poultry and pigs(%)

	鸡 Poultry			猪 Pigs		
	未加酶 Not adding enzyme (N)	加酶 Adding enzyme (A)	效应 A－N	未加酶 Not adding enzyme (N)	加酶 Adding enzyme (A)	效应 A－N
天门冬氨酸 Asp	66.5	74.1	7.6*	80.7	81.7	1.0
苏氨酸 Thr	69.1	86.5	17.4**	83.5	84.4	0.9
丝氨酸 Ser	71.1	76.7	5.6*	81.9	84.3	2.4
谷氨酸 Glu	72.6	78.3	5.7*	83.2	84.2	1.0
甘氨酸 Gly	52.1	92.2	40.1**	80.6	84.6	4.0
丙氨酸 Ala	71.5	75.6	4.1	78.9	84.7	5.8*
胱氨酸 Cys	63.7	71.5	7.8*	76.3	79.8	3.5
缬氨酸 Val	67.5	76.9	9.4**	74.1	79.9	5.8*
蛋氨酸 Met	87.4	89.4	2.0	84.1	78.5	－5.6*
异亮氨酸 Ile	65.4	84.6	19.2**	82.4	81.0	－1.4
亮氨酸 Leu	70.0	78.0	8.0*	75.9	82.9	7.0*
酪氨酸 Tyr	70.0	76.5	6.5*	76.4	83.7	7.3*
苯丙氨酸 Phe	71.9	79.0	7.1*	78.6	70.6	－8.0*
组氨酸 His	36.5	81.1	44.6**	90.0	94.3	4.3
赖氨酸 Lys	75.8	73.8	－2.0	88.9	87.6	－1.3
精氨酸 Arg	68.5	74.4	5.9*	83.8	84.0	0.2
色氨酸 Trp	93.2	95.1	1.9	93.1	95.0	1.9
平　均 Mean	69.0	80.2	11.2**	81.9	83.6	1.7

* $P < 0.05$; ** $P < 0.01$

利于吸收。总体而言，蒸煮血粉猪TAAD的加酶调控效应不明显，各种氨基酸平均效应仅为1.7个百分点。这表明当蛋白质饲料自身TAAD较高时，加酶调控效应就有限。

2.3 鸡、猪之间TAAD及其调控效应的差异

上面鸡、猪试验结果似乎不一致，我们认为，这可用消化内环境的观点作出解释：(1)比较蒸煮血粉TAAD的鸡、猪之差异，鸡因消化道短，供测饲粮细(过30目筛)，饲粮通过消化道的速度快，其消化内环境较差，这就使难消化的蒸煮血粉的TAAD较低；而猪因消化道长，试验时猪的月龄已较大(5月龄)，酶系发育完全，且饲粮细受酶的作用完全对猪反而有利，其消化内环境较佳，故本属难消化的蒸煮血粉也得到较充分的消化，蒸煮血粉的TAAD也就较高。(2)关于蒸煮血粉TAAD加酶调控效应在鸡、猪之间的差异，鸡因消化内环境较差，光凭鸡体自身消化酶的作用远远不够，因此加酶调控效应明显；而猪的消化内环境较好，加酶后虽然还能继续促进水解，但同时也可能因过度水解而影响吸收(小肽吸收机制)，因此总体而言，加酶调控效应不明显。

3 小结

①本文报道的鸡、猪对蒸煮血粉的TAAD参数可作为以可消化氨基酸为基础配制鸡、猪饲粮的计算依据。

②蒸煮血粉的TAAD，鸡明显低于猪；而其加酶调控效应，鸡明显高于猪。这种现象与畜禽消化内环境有关，同时提示鸡饲粮中应用蒸煮血粉时，若另加特异性酶制剂(蛋白酶)作促消化调控，有利于挖掘其可消化潜力。

参考文献

计 成，许万根，戎 易，Scherecumann．1992．去盲肠和未去盲肠公鸡测定饲料氨基酸消化率的比较研究．中国动物营养学报，4(2)：1～9

杨 胜，李德发，张若寒，张宏福，张子仪．1992．饲料血粉生产概况调研及饲料营养价值评定．中国动物营养研究进展，天津：天津科技翻译出版公司，158～162

有吉修二郎[日]，杨嘉实等译．1989．氨基酸饲料学．北京：农业出版社，18～29

张宏福，张子仪．1993．回—直肠吻合猪的排泄规律对饲料氨基酸表观消化率测值的影响．中国动物营养学报，5(1)：7～14

张珂卿，林德贵，万宝 番，张宏福，杜 荣．1992．猪回肠人工瘘管的替代方法—回肠与直肠吻合术．中国兽医杂志，18(9)：27～28

Jensen L S. 1991. Are peptides needed for optimum animal nutrition? Feed Management . August , 37～40

Sibbald I R . 1987 . Estimation of bioavailable amino acids on feedstuffs for poultry and pigs.a review with emphasis on balance experiment . *Can. J Anim. Sci.*, 67(2): 221～300

致谢：本文承蒙张子仪研究员审阅，谨此致谢。

STUDIES ON THE TRUE AMINO ACID DIGESTIBILITY OF BLOOD MEAL FOR POULTRY AND PIGS AND ITS CONTROLLING EFFECT BY ADDING PROTEINASE

Xu Ziwei　Lu Fuzhuang　Liu Minhua

(Institute of Animal Husbandry and Veterinary Medicine, Zhejiang Academy of Agricultural Sciences, Hangzhou, . 310021)

Qian Yuying

(Institute of Microbiology, Zhejiang Academy of Agricultural Sciences, Hangzhou, 310021)

ABSTRACT

In this paper, the true amino acid digestibilities (TAAD) of steamed blood meal were determined with caecectomized cockerel and with ileo - rectal anastomosised swine, respectively. And the controlling effects of adding acidic proteinase on TAAD of steamed blood meal were approached. The results showed that the average TAAD of steamed blood meal for poultry (69.0%) was lower than for pigs (81.9%), but the controlling effect on average TAAD for poultry(11.2%) was higher than for pigs (1.7%).

Key words: Blood meal, Proteinase, True amino acid digestibility (TAAD), Caecectomized cockerel, Ileo - rectal anastomosised swine