

色氨酸在猪日粮中的应用研究

邝声耀

(四川省畜科院动物营养研究所 四川省饲料科技研发中心, 成都 610066)

摘要: 色氨酸是猪营养需要和提高其生产性能的必需氨基酸, 随着对色氨酸生物学功能及作用机理的深入研究, 其在猪日粮中的应用将日益广泛。作者就色氨酸的生化特性、营养需要及应用效果进行了综述。

关键词: 色氨酸; 猪; 营养需要; 应用研究

中图分类号: S816.7

文献标识码: B

文章编号: 1671-7236(2009)09-0020-03

理想蛋白和氨基酸平衡模式在生产实践中的应用, 使筛选饲料配方可通过满足猪对必需氨基酸的需要来配制低蛋白质日粮。色氨酸是动物的必需氨基酸, 玉米-豆粕型日粮和低蛋白质日粮中色氨酸往往是第二或第三限制性氨基酸。动物体内不能合成色氨酸, 而植物性饲料中的色氨酸通常不能满足猪的营养需要, 各种必需氨基酸在猪日粮中的应用成为研究的热点, 色氨酸在日粮中的重要性日益明显。

1 生化特性

色氨酸由 Hokinst 于 1902 年首先从酪蛋白中分离获得, 化学名称为 α -氨基酸- β -吲哚丙酸, 分子式为 $C_{11}H_{12}N_2O_2$, 分子质量为 204.22。有 L 型和 D 型同分异构体, 此外还有消旋体 DL-色氨酸。L-色氨酸是动物的必需氨基酸, 参与动物体蛋白质合成和代谢网络调节, 它也是 5-羟色氨、褪黑激素、色氨、NAD(烟酰胺腺嘌呤二核苷酸)、NADP、烟酸等前体物, 这些代谢产物在动物体内具有广泛的生理作用。

1.1 调节蛋白质合成 L-色氨酸是一种特殊的氨基酸, 它不仅是组成蛋白质的氨基酸成分之一, 还参与调节蛋白质的合成。色氨酸对肝核蛋白质合成的促进作用与 L-色氨酸在体内分配后与特殊的核酸色氨酸受体的结合能力有关。

1.2 免疫及消化功能 色氨酸可生成褪黑激素, 它是一种松果体激素, 因此它对动物的免疫机能有影响。L-色氨酸还可促进骨髓 T 淋巴细胞前体分化为成熟 T 淋巴细胞, L-色氨酸缺乏会导致体液免疫功能降低。Sidransky 等(1968)从细胞水平中证实 L-色氨酸具有稳定多糖体功能, 从而阐释了 L-色氨酸对体液免疫功能的作用机制。L-色氨酸还有促进胃液和胰液的产生, 促进动物体消化功能。色氨酸也是一些植物蛋白质中比较缺乏的氨基酸, 因此用它

强化饲料对提高植物蛋白质的利用率有重要意义。

2 营养代谢

Fernstrom 等(1971)、Han 等(1993)研究结果证实了色氨酸对动物的作用主要通过合成 5-羟色胺和烟酸对机体产生作用。色氨酸在体内可经氧化脱羧后转变为 5-羟色胺和烟酸, 主要存在于脑组织、胃肠壁中, 血液中含有较少。机体合成 5-羟色胺的部位有两处: 一是中枢神经系统的 5-羟色胺神经元, 另一处为肠道的嗜铬细胞。由于 5-羟色胺不能通过血脑屏障, 因而中枢和外周各成独立系统。Prada 等(1990)认为在中枢系统中 5-羟色胺作为一种神经递质有抗抑郁、促进睡眠、镇痛、抗高血压等功能, 均与其中枢安定效应相关; 而在外周系统中 5-羟色胺可使微血管收缩和血压升高, 也作为神经递质。万选才等(1990)报道, 当 L-色氨酸代谢失调时, 可引起神经系统的功能障碍, 补充 L-色氨酸可使脑中 L-色氨酸、5-羟色胺和 5-羟基吲哚乙酸的浓度增加, 后者对睡眠有积极作用, 从而影响神经行为; 5-羟色胺也是促性腺激素释放和青春期开始的重要因子。动物可通过采食日粮中 L-色氨酸合成 5-羟色胺作用其采食神经中枢, 从而提高其食欲。色氨酸还对仔猪胃肠调节肽 Ghrelin 的分泌具有调控作用, 胃肠调节肽 Ghrelin 是一个由 28 个氨基酸组成的多肽, 主要由胃底分泌, 其受体主要表达部位在垂体。Ghrelin 在胃肠道和中枢神经系统均有分布, 属于一种脑肠肽, 它不仅具有强效促进生长激素分泌, 还具有调节采食, 能量平衡, 胃肠道功能和心血管系统方面发挥重要作用。Zhang 等(2006)研究结果表明, 口服色氨酸可提高仔猪的采食量及提高仔猪胃肠调节肽 Ghrelin 的表达, 但口服 5-羟色胺降低仔猪的采食量, 并且不影响血清中的 Ghrelin 水平。这表明色氨酸对采食量的调控有 5-羟色胺和 Ghrelin 两条途径, 而且是相互独立的。

3 对食欲与行为的影响

色氨酸不足将会引起猪采食量的下降。色氨酸不仅是限制性氨基酸,而且可调节猪的采食量。Burgoon(1992)研究结果认为,仔猪(10~20 kg)采食低色氨酸组(0.13%)日粮的采食量比高色氨酸组(0.205%)低40%;林映才(1999)通过回归分析表明,猪的采食量和日增重与饲料中的色氨酸呈极强的正相关($r=0.96\sim 0.98, P<0.001$)。色氨酸是体内一种代谢较活泼的氨基酸,它是脑中一种神经递质5-羟色胺(5-HT)的前体,5-羟色胺作用于下丘脑的采食中枢,对动物采食量发挥调节作用。然而Henry等(1992)报道,色氨酸在进入脑中转变成5-羟色胺时,必须先通过血脑屏障,由于大分子中性氨基酸同色氨酸通过血脑屏障的途径相同,色氨酸和大分子中性氨基酸在通过血脑屏障时存在相互的竞争,因此,大分子中性氨基酸对色氨酸转变为5-羟色胺有抑制作用,色氨酸与大分子中性氨基酸的比例(Trp/LNAA)影响动物采食量。但是,超过生理剂量的5-羟色胺会抑制采食。Li等(2006)研究结果表明,当日粮色氨酸水平为对照组(0.11%)的2倍(0.22%)和4倍(0.44%)时,增加了猪的躺卧时间,减少了进食时间;且日粮中高水平的色氨酸减少了猪相互攻击的持续时间,证明添加色氨酸对猪攻击行为有一定的改善,减少了猪的能量消耗,从而增加了猪的日增重和饲料报酬。

4 营养需要量

体重为7~30 kg的仔猪对色氨酸营养需要量为赖氨酸营养需要量的22%时,仔猪体增重与饲料转化率达到最佳。NRC(1998)总结了以回肠真可消化氨基酸、回肠表观可消化氨基酸和总氨基酸为基础的猪色氨酸需要量,10~20 kg猪色氨酸的需要量是0.14%;20~50 kg猪的总色氨酸需要量为0.13%~0.18%;50~120 kg猪色氨酸的需要量是0.09%~0.17%。因此,NRC(1998)中色氨酸需要量数据的可靠性仍需要进一步验证,但NRC(1998)公布之后色氨酸需要量这方面的研究不多。Guzik等(2002)利用Broken-line模型研究了5.2~7.3 kg、6.3~10.2 kg和10.3~15.7 kg 3个阶段仔猪的真可消化色氨酸的需要量,分别是0.21%、0.20%和0.18%。Guzik等(2005)以生产性能,血浆尿素氮和胴体及肉质为综合响应指标,研究了生长早期(30 kg)、生长中期(50 kg)、肥育前期(70 kg)和肥育后期(90 kg)的色氨酸需要量,依次是0.18%、0.14%、0.11%和0.11%。Eder等报道了

25~50 kg、50~80 kg和80~115 kg母猪的回肠真可消化色氨酸的需要量分别是0.20%、0.17%和0.12%,都高于NRC(1998)的估计值。Kendall等利用回肠真可消化赖氨酸的数据估测了肥育后期阉公猪回肠真可消化色氨酸需要量为0.09%,略低于NRC(1998)。因此,当日粮中的色氨酸与赖氨酸(以赖氨酸为100)的比例在18%~22%时为猪的最适宜需要量。

不同的研究中,猪对色氨酸的需要量出现较大差异,主要原因有试验猪的性别、基因型、日粮蛋白质水平、饲料色氨酸消化率的差异和色氨酸分析上的差异。日粮赖氨酸水平对色氨酸需要量也有影响,赖氨酸缺乏,将导致色氨酸需要量低估。日粮中氨基酸的消化率及采用日粮理想蛋白质模式都会影响色氨酸需要量的评价。今后有关色氨酸需要量的研究可能需要更贴近猪的生长发育规律和实际饲养模式,同时也应关注传统生产性能之外的指标。Guzik等(2005)研究结果表明,色氨酸对大多数胴体及肉质指标没有响应,但屠宰率、背腰厚、眼肌面积和后腿重与色氨酸水平有线性关系。目前有关色氨酸需要量的研究手段还比较有限,需要有新的突破。在人的营养研究上,Georgina等提出了用同位素L-苯丙氨酸为标记的氨基酸氧化法研究色氨酸的需要量,该方法得到的色氨酸需要量比传统上基于平衡的研究结果高79%,比用血液中的氨基酸的反应曲线法估计的值高20%左右。该方法在猪上的应用意义有必要深入思考。

5 应用效果

5.1 提高猪生产性能 色氨酸是合成血清素(5-HT)的前体,而5-HT作为一种重要的神经递质,能够起到调节仔猪采食量、影响生产性能的作用。伍嘉林(1994)报道,日粮色氨酸水平在0.125%~0.215%范围时,仔猪平均日增重、平均日采食量与色氨酸水平呈正相关,而饲料转化率则与色氨酸呈负相关。林映才等(2002)用粗蛋白质为18%的玉米-玉米蛋白粉型日粮饲喂8~20 kg仔猪,结果表明,在0.130%~0.205%的色氨酸水平内,随着日粮色氨酸水平提高,仔猪的采食量、平均日增重和饲料转化率都极显著提高($P<0.01$),采食每单位色氨酸所获得的体重显著增加($P<0.05$),色氨酸缺乏组(0.13%)的仔猪采食量只有足够组(0.205%)的45%,日增重只有足够组的16.5%,料重比是足够组的2倍。回归分析结果表明,仔猪的采食量和日增重与日粮中的色氨酸含量呈极强正相关($r=$

0.96~0.98, $P < 0.001$)。但是,当日粮中的色氨酸含量已达到仔猪的需要量后,进一步提高色氨酸的含量,仔猪的采食量和生产性能未进一步改善。

5.2 提高猪的采食量 影响猪采食量的因素很多,但色氨酸对猪采食量的影响往往被忽视,据测定,在玉米、玉米蛋白粉、肉骨粉和低蛋白质玉米-豆粕型日粮中的色氨酸含量往往不足。研究结果表明,色氨酸不足将引起猪的采食量显著降低,进而导致猪的生长速度减慢,饲料转化率低下。Schuttle(1998)研究结果表明,色氨酸缺乏组仔猪的采食量只有足够组的38%~45%。Zimmerman(1975)、伍袁林(1994)也得到类似结论。生长一肥育猪的日粮缺乏色氨酸时猪的食欲也明显降低,采食量显著减少,甚至减少可达50%以上。怀孕母猪日粮色氨酸不足时,其采食量明显降低。上述研究结果显示,由于缺乏色氨酸,猪食欲降低,无法采食到足够的饲料,进一步导致各生长阶段猪增重减慢,甚至停滞,饲料转化率显著降低,毛长、肤色差;而在同样的基础日粮中添加一定量合成氨基酸后,这种现象会消失,这可直观反映了色氨酸对猪食欲的影响。

5.3 增强免疫力 色氨酸可使动物 γ 球蛋白含量增加,从而增强免疫力。色氨酸对免疫力的影响是通过其诱导的IGFs和代谢物5-羟色胺、褪黑激素等实现的。LGFs在T细胞活化早期可加快T细胞的增值速度。Binz(1990)报道IGF-1可使糖尿病大鼠萎缩胸腺细胞复生。吴新联(2003)报道,随着日粮色氨酸水平的提高,仔猪血清蛋白系数不断上升,超过需要量后,呈下降趋势,这与伍袁林(1994)的研究结果相似。

6 展望

近来的研究把色氨酸与赖氨酸比例从18%增加到22%,猪的生长性能和饲料报酬会更佳。因此,猪色氨酸最适宜需要量值需进一步研究,尤其是利用合成的必需氨基酸配制猪低蛋白质日粮,对于

有效缓解中国蛋白质原料的紧缺和有效保护环境具有巨大的潜在价值。

参 考 文 献

- 1 任嘉林,高振川,杨忠源,等.日粮色氨酸水平对仔猪生产性能和血液生化指标影响的研究[J].动物营养学报,1994,6(2):11~19.
- 2 伊靖东.色氨酸对猪摄食和生长的调控及机理研究进展[M].猪营养与饲料研究发展,2007,79~85.
- 3 牟永斌,董国忠,李琳.早期断奶仔猪对添加色氨酸、香味剂和甜味剂饲料的选择性效果研究[J].中国畜牧杂志,2008,44(15):35~38.
- 4 许国茂,王铮,韦华,等.色氨酸的作用机理及在猪生产中的应用[J].中国猪业,2009,02:54~56.
- 5 吴新连.低蛋白日粮色氨酸水平对仔猪生产性能及营养代谢利用的影响[D].广州:华南农业大学,2003.
- 6 杨开伦,郑玲.猪禽色氨酸营养代谢与研究进展[J].中国饲料,1999,23:18~19.
- 7 苏有建,李德发,邢建军,等.在低蛋白日粮中添加色氨酸对仔猪生产性能及血清游离氨基酸和尿素氮的影响[J].中国畜牧杂志,2005,41:26~28.
- 8 陈春梅,蒋志英.仔猪对色氨酸营养中的最新研究进展[J].饲料研究所,2009,01:54~57.
- 9 林映才,刘贤和,蒋宗秀,等.生长肥育猪可消化色氨酸需求参数研究[J].中国饲料,2002,11:15~17.
- 10 郑春天,李德生,焦仕彦.利用合成氨基酸配制猪低蛋白日粮研究[J].饲料研究,1999,11:4~6.
- 11 崔莽,崔山.色氨酸营养研究进展[J].中国饲料,2003,15:20~22.
- 12 Burgoon K G, Knabe D A, Gregg E J. Digestible tryptophan requirements of starting, growing and finishing pigs[J]. J Anim Sci, 1992, 70: 2493~2500.
- 13 Guzik A C, Shelton J L, Souther L L, et al. The tryptophan requirement of growing and finishing barrows [J]. J Anim Sci, 2005, 83: 1303~1311.
- 14 Guzik A C, Southern L L, Bidner T D, et al. The tryptophan requirement of nursery pigs [J]. J Anim Sci, 2002, 80: 2646~2655.
- 15 Peisker M, Simmins P H. Tryptophan as feed intake stimulant [J]. Feed Mix, 1998, 6: 8~12.

The Application and Research of Tryptophane in Swine's Diet

KUANG Sheng-yao

(Animal Nutrition Institute of Sichuan Academy of Animal Science

Sichuan Feed Science Research and Development Centre, Chengdu 610066, China)

Abstract: Tryptophane is one of the essential amino acids for swine's nutrition requirement and improving swine's performance. Tryptophane will be widely used in swine's diet, as it's biological function and principle is recognized. The biochemical property, nutrition requirement and application of tryptophane are discussed in this article.

Key words: tryptophane; swine; nutrition requirement; application and research