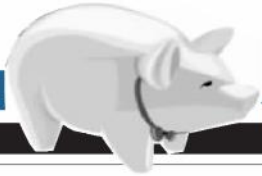


# 猪日粮中色氨酸的研究与应用



邝声耀,唐凌,张纯,张锦秀

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

中图分类号:S816.8 文献标识码:A 文章编号:1001-8964(2010)10-0031-03

**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,随着色氨酸的生物学功能及作用机理被研究与认知,它在猪日粮中的应用将日益广泛。本文就色氨酸的生化特性、营养需要及应用效果作一综述。

**关键词:**色氨酸;猪;营养需要;应用研究

## The application and research of tryptophane in swine's diet

KUANG Sheng-yao, TANG Ling, ZHANG Chun, *et al.*

(Animal Nutrition Institute of Sichuan Animal Science Academy, Sichuan Feed Science Research and Development Center, Sichuan Chengdu 610066, China)

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

**Key words:** Tryptophane; Swine; Nutrition requirement; Application and research

色氨酸是动物的必需氨基酸,玉米-豆粕型日粮和低蛋白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现已成为研究的热点。

### 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 $\alpha$ -氨基酸- $\beta$ -吲哚丙酸,分子式为 $C_{11}H_{12}N_2O_2$ ,分子量为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-羟色胺、褪黑激素、NAD(烟酰胺腺嘌呤二核苷酸)、NADP、烟酸等的前体物,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和特殊的核酸色氨酸受体结合的能力有关。

1.2 免疫及消化功能 色氨酸可以生成褪黑激素,它是一种松果体激素,因此它对动物的免疫机能有影响。L-色氨酸还可以促进骨髓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等从细胞水平上证实L-色氨酸具有稳定多糖体的功能,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产生,增强动物机体消化功能的作用。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和Wurtmen等(1971)、Han等(1993)研

收稿日期:2010-08-25

究证实了色氨酸对动物的作用机理主要是通过合成5-羟色胺和烟酸来对机体产生作用的。色氨酸在体内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,血液中含量较少。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,与其中枢的安定效应相关;而在外周系统中5-羟色胺可以使微血管收缩和血压升高,也可作为神经递质中和肾上腺素和去甲肾上腺素等。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象征青春期开始的重要因子。动物可通过采食日粮中L-色氨酸来合成5-羟色胺并作用于采食神经中枢,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,它不仅具有强效的促进生长激素分泌的作用,还在调节采食、能量平衡、胃肠道功能和心血管系统方面发挥重要作用。Zhang等研究表明,口服色氨酸可提高仔猪的采食量以及提高仔猪胃肠调节肽Ghrelin的表达;口服5-羟色胺可降低仔猪的采食量,但不影响血清中的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的采食量下降。色氨酸不仅是限制性氨基酸,而且可以调节猪的采食量。Burgoon(1992)认为,采食低色氨酸组(0.13%)仔猪(10~20 kg)的采食量比色氨酸组(0.205%)低40%。林映才(1999)通过回归分析表明,猪的采食量、日增重与饲料中的色氨酸含量呈极强的正相关( $r=0.96\sim 0.98, P<0.001$ )。

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为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,两者在通过血脑屏障时存在竞争作用,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)可能会影响到动物采食量,但是超过生理剂量的5-HT会抑制采食。Li等(2006)研究表明,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可减少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

7~30 kg仔猪对色氨酸的最佳营养需要量是当色氨酸与赖氨酸的比例为22%时,其体增重与饲料转化率最适宜。NRC(1998)总结了以回肠真可消化氨基酸、回肠表现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猪的需要量是0.09%~0.17%。NRC(1998)版中色氨酸需要量的数据的可靠性仍需要进一步验证,但NRC(1998)公布之后在色氨酸需要量方面的研究却不多。

Guzik等利用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等以生产性能、血浆尿素氮和胴体、肉质为综合响应指标,研究了猪生长早期(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)版的估计值。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的回肠真可消化色氨酸的需要量为0.09%,略低于NRC(1998)标准。因此,日粮中色氨酸与赖氨酸(以赖氨酸为100)的比例在18%~22%为猪的最适宜需要量。

不同研究中猪对色氨酸的需要量表现出较大的差异,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以及采用日粮理想蛋白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等研究表明,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、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来研究



色氨酸的需要量,该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。任嘉林(1994)报道,饲料色氨酸水平在0.125%~0.215%范围时,仔猪的平均日增重、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水平呈负相关。林映才(2002)用粗蛋白为18%的玉米-玉米蛋白粉型饲料饲喂8~20kg仔猪,结果表明在0.130%~0.205%的色氨酸水平内,随着饲料色氨酸水平提高,仔猪的采食量、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。回归分析表明,仔猪的采食量和日增重与饲料中的色氨酸含量呈极强正相关( $r=0.96\sim 0.98, P<0.001$ );但是当饲料中的色氨酸含量已达到仔猪的需要量后,进一步提高色氨酸含量,仔猪的采食量和生产性能未见进一步改善。

**5.2 提高猪的采食量** 影响猪采食量的因素很多,但色氨酸对猪的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中色氨酸含量往往不足。研究表明,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,饲料转化率降低。Bur-goan(1992)试验表明,给6~16kg仔猪饲喂0.13%色氨酸饲料时,其采食量比饲喂含足够色氨酸(0.205%)饲料的仔猪低40%。而在Schuttle(1998)的试验中,色氨酸缺乏组仔猪的采食量只有足够组的38%~45%。Zimmerman(1975)、伍喜林(1994)报道,生长肥育猪的饲料中缺乏色氨酸,猪的食欲明显降低,甚至可达50%以上。怀孕母猪饲料中色氨酸不足时,其采食量也明显降低。上述所有研究报告都显示:由于缺乏色氨酸,猪食欲降低。无法采食到足够的饲料,这就进一步导致各生长阶段的猪增重减慢,甚至停滞,饲料转化率显著降低,毛长、肤色差;而在同样的基础饲料中添加一定量合成色氨酸后,这种现象就会消失。这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 $\gamma$ -球蛋白含量增加,从而增强免疫力。色氨酸对免疫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。IGFs在T细胞活化早期可加快T细胞的增殖速度。Binz(1990)报道,IGF-1可以使糖尿病大鼠萎缩的胸腺细胞复生。吴新连(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,但超过需要量

后则呈下降趋势。这与伍喜林(1994)的研究结果相似。魏涛(2003)报道,经过低剂量褪黑激素灌注的小鼠,其ConA脾淋巴细胞的增殖能力提高31.1%,NK细胞活性提高62.2%( $P<0.05$ ),抗体生成细胞数量增加5.3%( $P<0.05$ ),血清溶血素水平提高17.1%( $P<0.05$ )。

## 6 展望

近年来的研究把色氨酸与赖氨酸比例从18%增加到了22%,猪的生长性能和饲料报酬更佳,因此利用合成的必需氨基酸配制猪低蛋白日粮将具有很大的发展前景。

### 参考文献:

- [1] 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.
- [2] 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.
- [3] 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, (2): 54-56.
- [4] 杨凯伦, 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.
- [5] 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.
- [6] 陈春梅, 蒋志荣. 仔猪对色氨酸营养中的最新研究进展[J]. 饲料研究, 2009, (1): 54-57.
- [7] 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.
- [8] 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.
- [9] 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.
- [10] 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: 华南农业大学硕士学位论文, 2003.
- [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, Southern 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.