

γ -氨基丁酸在动物生产中应用的研究进展

沈名灿^{1,2}, 罗佳捷², 张 彬²

(1. 丰瑞饲料有限公司, 江苏 连云港 222345; 2. 湖南农业大学 经济动物研究所, 长沙 410128)

中图分类号: S816.7

文献标识码: A

文章编号: 1004-7034(2012)01-0033-03

γ -氨基丁酸(GABA)又称 γ -氨基酪氨酸、4-氨基丁酸,是动物神经系统中主要的抑制性神经递质,也是广泛存在于植物体内的一种与逆境胁迫有关的非蛋白氨基酸。1950年,有学者发现 γ -氨基丁酸存在于哺乳动物的大脑中,并且证明了它是由谷氨酸在谷氨酸脱羧酶作用下经 α -脱羧作用生成的。之后,发现 γ -氨基丁酸在哺乳动物大脑中模仿内源性神经递质工作并被确认为是哺乳动物神经中枢的一种抑制性递质^[1]。随着对 γ -氨基丁酸研究的不断深入,人们逐渐发现 γ -氨基丁酸具有抗惊厥、保护肝肾、调节激素分泌和降血压等多种生理功能,应用于畜牧生产中能有效地提高动物抗应激能力和抗缺氧能力,提高动物生产性能和动物产品品质。目前,随着 γ -氨基丁酸合成制备技术的进步及生产成本的不断下降, γ -氨基丁酸因其特殊的生理调节功能,被越来越广泛地应用于畜牧生产中,逐渐成为饲料工业研究的热点。

1 γ -氨基丁酸的分布

γ -氨基丁酸存在于自然界很多种类的植物之中,不同基因型的同种植物中所含 γ -氨基丁酸的量也呈现出丰富的多样性。夏玉玲等^[2]对23个桑树品种的 γ -氨基丁酸含量进行了测定。结果发现, γ -氨基丁酸含量在各品种间有所不同,其中火桑含量最

高,新鲜桑叶中 γ -氨基丁酸的含量达到1.224 mg/g。郑少泉等^[3]对龙眼种质资源中85个代表性基因型果实中的 γ -氨基丁酸含量进行了测定。结果发现, γ -氨基丁酸在基因型之间的含量差别达到3.5倍,平均为1.229 mg(每克果肉中)。而在动物体内, γ -氨基丁酸则仅存在于神经组织中,在脑组织中的含量为0.1~0.6 mg(每克脑组织),免疫学研究表明,大脑中的黑质和苍白球是 γ -氨基丁酸浓度最高的区域,其余依次为中脑的上丘、下丘,小脑的尺状核及中央灰质,大脑和小脑皮层含量较低,脑的白质含量最低。

2 γ -氨基丁酸的生化代谢途径

L-谷氨酸经谷氨酸脱羧酶催化脱羧,是 γ -氨基丁酸生物合成的主要途径,此过程需要辅酶磷酸吡哆醛、鸟氨酸和丁二氨,在某些情况下也可以转化为 γ -氨基丁酸,但它们也都是由谷氨酸生成的,所以说生物体内 γ -氨基丁酸的唯一来源就是谷氨酸。在哺乳动物的神经细胞内,首先 γ -氨基丁酸在 γ -氨基丁酸转氨酶的催化作用下形成琥珀酸半醛,然后在琥珀酸半醛脱氢酶的催化作用下生成琥珀酸,进入三羧酸循环,这一系列反应与谷氨酸脱羧酶催化谷氨酸脱羧的反应一起构成了 α -酮戊二酸氧化成琥珀酸的另一条支路,叫做 γ -氨基丁酸支路^[4]。

3 γ -氨基丁酸的功能

3.1 提高动物采食量

动物采食是个相当复杂的行为活动,主要受中枢神经系统的调节,体液因素、代谢的变化、胃肠道功能及其他因素也能通过影响中枢神经参与调节。 γ -

收稿日期:2011-02-28;修回日期:2011-09-12

作者简介:沈名灿(1985-),男,硕士研究生,shenmingcan@163.com.

通信作者:张 彬(1955-),男,教授,博士,博士生导师.

参考文献:

- [1] 杜卓民,牟肇龄,许庭良,等. 镉对小白鼠卵巢的毒害[J]. 贵阳医学院学报,1998,23(1):18.
- [2] 张桥. 卫生毒理学基础[M]. 北京:人民卫生出版社,2000:161.
- [3] 下训诚,秦涌,李建新,等. 镉对雌性大鼠的排卵功能的影响[J]. 卫生毒理学杂志,1992,6(1):12.
- [4] 沈维干,李朝军. 镉对小鼠卵母细胞成熟和体外受精的影响[J]. 中国环境科学,1990,19(6):536.
- [5] 张文昌,李煌元,江一平,等. 镉对大鼠雌性性腺毒性研究[J]. 中国职业医学,1999,26(5):7.
- [6] 杜卓民. 镉对小白鼠卵巢的毒害[J]. 贵阳医学院学报,1998,23(1):18.

- [7] 张辉,安飞云,高泽宣,等. 钙调抑制剂对染镉肾细胞的干预作用[J]. 中国公共卫生,2004,20(9):1048-1049.
- [8] PILLAI A, PRIYA L, GUPTA S, et al. Effects of combined exposure to lead and cadmium on the hypothalamic-pituitary axis function in proestrous rats[J]. Food Chem Toxicol, 2003, 41(3): 379-384.
- [9] PREDKI P F, SARKAR B. Effect of replacement of "zinc finger" zinc on estrogen receptor DNA interactions[J]. J Biol Chem, 2004, 267(9): 5842-5846.
- [10] PIASEK M, LASKEY J W. Effects of in vitro cadmium exposure on ovarian steroidogenesis in rats[J]. J Appl Toxicol, 2005, 19(3): 211-217.

(006)

氨基丁酸可以通过抑制饱中枢(下丘脑腹内侧核)活动来引起动物的采食行为。研究发现,在动物的不同脑区注射一定剂量的 γ -氨基丁酸能够明显促进动物的采食行为,并呈剂量依赖效应, γ -氨基丁酸能提高胃泌素的释放而抑制生长抑素的分泌,还能使动物血清中瘦素、胰岛素和生长激素的水平提高,这些调节作用都会促进动物的进食;此外, γ -氨基丁酸还能促进小肠各段的收缩和舒张,促进胃酸的分泌和提高胃肠道消化酶的活性。

3.2 提高动物体的免疫机能

在一定程度上 γ -氨基丁酸能增强黏膜免疫,随着 γ -氨基丁酸对动物采食的促进及对一些激素分泌的调节,动物吸收养分和新陈代谢的能力加强,免疫机能也随之提高;此外, γ -氨基丁酸作为一种神经递质不断对内分泌系统激素的分泌进行影响,各种激素分泌量的改变必然会使存在于免疫细胞上的各种激素受体作出应答,从而引导免疫细胞自身增殖或凋亡、活性增强或抑制。 γ -氨基丁酸是一种抑制性神经递质,在与受体结合被激活后能阻止与焦虑或应激有关的信息抵达大脑,起到镇静神经、抵抗焦虑和减轻应激程度的作用,从而增强动物机体的免疫力。

3.3 提高动物的抗缺氧能力

γ -氨基丁酸作为动物体内一种主要的抑制性氨基酸,其合成与释放在脑缺血时均会增加,这与缺氧条件下兴奋性氨基酸及自由基等毒性物质含量的增高有关。脑缺血后针对兴奋性氨基酸的毒性作用,动物机体建立相应的“抑制性保护”机制,这一保护性机制的建立,主要是通过 γ -氨基丁酸的作用来完成的。

3.4 提高动物抗热应激的能力

由于在动物的皮肤上极少甚至没有汗腺,所以炎热高温的夏季容易使动物产生热应激,从而给畜禽业生产带来严重的损害。 γ -氨基丁酸作为中枢神经系统抑制性神经递质,能抑制脑干呼吸中枢的整合作用,维持中枢对机体各系统的正常调节机能。 γ -氨基丁酸能起到降低动物呼吸频率,减少动物的活动量和产热量,降低代谢率等一系列作用,从而减少热应激对动物的影响。

4 γ -氨基丁酸在畜牧生产中的应用

4.1 γ -氨基丁酸在养猪生产中的应用

杨小军等^[8]在断奶仔猪基础日粮中添加0.04%和0.08%水平的 γ -氨基丁酸,结果发现 γ -氨基丁酸显著改善了43~56日龄仔猪的平均日增重和日采食量,0.08%水平的 γ -氨基丁酸能明显提高42日龄和56日龄仔猪的血清胃泌素、胰岛素、游离脂肪酸水平和血清脂肪酶活性,0.04%水平的 γ -氨基丁酸能明显提高42日龄仔猪血清游离脂肪酸水平及56日龄仔猪血清胃泌素水平和血清脂肪酶活性。胡

家澄等^[9]研究发现,10 mg/kg水平的 γ -氨基丁酸能使生长育肥猪的日增重提高13.08%,料重比降低7.81%,还能明显提高三碘甲状腺原氨酸(T_3)和游离三碘甲状腺原氨酸水平及谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-Px)活性,明显降低乳酸脱氢酶活性及皮质酮、皮质醇和促肾上腺皮质激素水平。徐秋良等^[10]在生长肥育猪日粮中添加30 mg/kg的 γ -氨基丁酸,结果发现猪的采食量和日增重明显增加,血清肾上腺皮质激素(ACTH)浓度明显降低,而血清 T_3 、甲状腺素(T_4)含量明显升高。李庆凯等^[11]研究发现,75 mg/kg的 γ -氨基丁酸能有效提高母猪泌乳期的采食量,刺激与采食有关的神经肽和胰岛素的分泌,而125 mg/kg的 γ -氨基丁酸对改善与热应激有关的血清过氧化物歧化酶(SOD)、丙二醛(MDA)和谷胱甘肽过氧化物酶的活性,提高抗氧化能力,缓解热应激效果较好。梁哲等^[12]在哺乳母猪基础日粮中添加不同水平的 γ -氨基丁酸,结果发现50 mg/kg的 γ -氨基丁酸能明显促进母猪的摄食,使母猪分娩后第1周血清瘦素含量明显降低,第2、3周血清神经肽Y含量明显升高,还能使母猪在分娩时及分娩后第2周的血清生长激素含量明显升高。

4.2 γ -氨基丁酸在家禽生产中的应用

李超等^[13]在AA肉鸡基础日粮中添加不同水平的 γ -氨基丁酸,结果发现 γ -氨基丁酸可以降低持续高温热应激肉鸡的呼吸率和直肠温度,并能提高其内分泌机能和免疫机能。陈黎龙等^[14]研究发现,30 mg/kg水平的 γ -氨基丁酸能明显提高崇仁麻鸡的平均日增重,明显降低料重比,还能明显提高50日龄时的血浆生长激素水平和29日龄时的血浆三碘甲状腺原氨酸水平,明显降低50日龄时的谷丙转氨酶活性和29日龄时的甲状腺素水平。李慧等^[15]研究发现,50 mg/kg的 γ -氨基丁酸能使罗曼蛋鸡的产蛋率提高3.20%,平均蛋重提高3.51%,料蛋比降低4.78%,还能明显提高蛋壳强度,也能明显提高血清磷和总蛋白水平,降低血清胆固醇水平。刘德稳等^[16]在樱桃谷鸭基础日粮中添加120 mg/kg(1~25日龄)和150 mg/kg(26~45日龄) γ -氨基丁酸预混剂,结果发现樱桃谷鸭的45日龄体重、26~45日龄日增重和1~45日龄日增重分别增加了3.12%、7.60%和3.20%,同时还明显提高了二节翅中重6.12%和胸肌重5.50%,并且明显降低了樱桃谷鸭的皮油率和腹脂率。朱正生^[17]研究发现,100、150 mg/kg水平的 γ -氨基丁酸能明显提高肉雏鸡的总增重、平均日增重和料重比,50、100、150 mg/kg水平的 γ -氨基丁酸能极显著提高血清抗体在二免后第7天和第14天时的水平($P < 0.01$),且能明显提高血液中白蛋白、球蛋白和总蛋白的含量,降低球蛋白比。

4.3 γ -氨基丁酸在水产养殖和特种经济动物生产中的应用

目前, γ -氨基丁酸在水产养殖方面的应用还相对较少,主要是用于研究其对水生动物抗缺氧能力的影响。魏智清等^[5]研究发现,0.3%水平的 γ -氨基丁酸溶液能明显提高泥鳅和鲫的抗缺氧能力,延长它们在密闭缺氧条件下的存活时间($P < 0.05$)。谈永萍等^[6]研究了 γ -氨基丁酸对高体鳊抗缺氧能力的影响。结果表明,0.15%水平的 γ -氨基丁酸溶液能极显著延长高体鳊在密闭缺氧条件下的存活时间($P < 0.01$)。在特种经济动物方面,赵文静等^[7]在蛋鸽日粮中分别添加20,40,80 mg/kg的 γ -氨基丁酸。结果发现:蛋鸽的产蛋间隔分别缩短了6.76%、10.08%和9.55%;此外,20 mg/kg的 γ -氨基丁酸使总蛋重提高了4.61%,血清尿素氮水平降低了16.44%;80 mg/kg的 γ -氨基丁酸使白蛋白提高了22.82%,三酰甘油的水平降低了20.00%。

5 γ -氨基丁酸在动物生产中应用的不足及改进措施

目前,尽管 γ -氨基丁酸已经被广泛地应用于畜牧业生产之中,但还存在着一些不足之处。首先, γ -氨基丁酸作为内源性的生物活性物质,直接添加到畜禽饲料中,其应用的剂量不好控制,且不同种类动物在不同生理阶段的适宜添加量也是众说纷纭,没有统一标准,今后还需要不断地进行探索和规范;此外, γ -氨基丁酸使用效果不够稳定的重要原因是动物体内存在着完整的 γ -氨基丁酸代谢途径,外源添加的 γ -氨基丁酸往往没有发挥作用之前就被破坏了;因此,必须进行适当的处理才能正确地使用好 γ -氨基丁酸,比如将其与一些活性物质(如黄芪多糖、牛磺酸等)合用,还可以通过包被缓释途径来处理,王迪铭等^[8]利用固体棕榈油脂对 γ -氨基丁酸进行包被,取得了良好的过瘤胃效果。

6 结语

近年来, γ -氨基丁酸作为功能性非蛋白氨基酸在畜牧业中的应用研究表明, γ -氨基丁酸因其特殊的生理活性及其应用的安全性,已经成为一种新型的绿色饲料添加剂。 γ -氨基丁酸在改善动物生产性能、提高动物免疫机能及减缓动物热应激等方面有非常明显的作用。随着 γ -氨基丁酸生产成本的降低及对 γ -氨基丁酸添加、处理方式的进步,相信它必

将在畜牧养殖业中发挥更大的作用。

参考文献:

- [1] 叶惟怡. γ -氨基丁酸的发现史[J]. 生理科学进展, 1986, 17(2): 187-189.
- [2] 夏玉玲, 徐立, 杨翠凤. 桑叶中 γ -氨基丁酸含量的测定[J]. 中国农学通报, 2009, 25(20): 209-212.
- [3] 郑少泉, 姜帆, 黄爱萍, 等. 龙眼种质果实中 γ -氨基丁酸含量评价[J]. 中国园艺学会热带亚热带果树分会第二届学术研讨会暨全国龙眼产业发展论坛论文集, 福州: 2008: 586-591.
- [4] 温博贵. GABA代谢的研究进展[J]. 生理科学进展, 1980, 11(1): 26-32.
- [5] 杨小军, 潘翠玲, 朱于敏, 等. γ -氨基丁酸对断奶仔猪生长性能和血清激素水平的影响[J]. 动物营养学报, 2009, 21(3): 388-392.
- [6] 胡家澄, 邹晓庭, 赵文静, 等. γ -氨基丁酸对生长肥育猪生长性能、血清生化指标及HPA、HPT轴激素分泌的影响[J]. 动物营养学报, 2009, 21(2): 226-231.
- [7] 徐秋良, 张庆莉, 唐国盘, 等. γ -氨基丁酸对高温环境下生长肥育猪生产性能及激素水平的影响[J]. 家畜生态学报, 2009, 30(6): 28-32.
- [8] 李庆凯, 李同洲, 李宁宁, 等. γ -氨基丁酸对泌乳母猪采食量和抗氧化能力的试验[J]. 饲料研究, 2010(3): 49-52.
- [9] 梁哲, 范志勇, 陈永辉, 等. γ -氨基丁酸对哺乳母猪生产性能及血清激素水平的影响[J]. 动物营养学报, 2009, 21(4): 592-597.
- [10] 李超, 赵青余, 马悦培, 等. γ -氨基丁酸对持续高温热应激肉仔鸡生产性能和血液指标的影响[J]. 中国兽医学报, 2010, 30(4): 556-559.
- [11] 陈黎龙, 游金明, 黄建珍, 等. γ -氨基丁酸对崇仁麻鸡生长性能和血液生理生化指标的影响[J]. 动物营养学报, 2010, 22(2): 452-459.
- [12] 李慧, 赵文静, 邹晓庭, 等. γ -氨基丁酸对夏季高温期蛋鸡产蛋性能、蛋品质及血液生化指标的影响[J]. 饲料工业, 2010, 31(13): 17-20.
- [13] 刘德稳, 乔建光, 吕俊龙, 等. 日粮 γ -氨基丁酸对肉鸭生产性能及胴体品质的影响[J]. 畜牧与兽医, 2010, 42(10): 53-55.
- [14] 朱正生. γ -氨基丁酸和黄芪多糖对肉雏鸡生长和免疫性能的影响[J]. 兰州: 甘肃农业大学, 2009.
- [15] 魏智清, 杨涓, 赵红雪, 等. 牛磺酸、 γ -氨基丁酸对鲫抗缺氧能力的影响[J]. 淡水渔业, 2006, 31(1): 7-10.
- [16] 谈永萍, 于洪川, 魏智清. 牛磺酸、 γ -氨基丁酸对高体鳊抗缺氧能力的影响[J]. 水利渔业, 2008, 28(4): 48-49.
- [17] 赵文静, 邹晓庭, 张敏, 等. γ -氨基丁酸对蛋鸽产蛋性能和血清生化指标的影响[J]. 饲料工业, 2010, 31(12): 24-26.
- [18] 王迪铭, 刘红云, 王翀, 等. 过瘤胃保护性 γ -氨基丁酸的调制与稳定性研究[J]. 动物营养学报, 2010, 22(5): 1451-1456.

(006)