

N-氨甲酰谷氨酸在猪营养中应用的研究进展

彭 瑛^{1,2} 杨焕胜² 吴 信^{2*} 李丽立² 印遇龙^{2*}

(1. 湖南广播电视大学, 长沙 410004; 2. 中国科学院亚热带农业生态研究所,
亚热带农业生态过程重点实验室, 长沙 410125)

摘 要: N-氨甲酰谷氨酸是 N-乙酰谷氨酸稳定的结构类似物, 在动物体内与 N-乙酰谷氨酸一样可以激活二氢吡咯-5-磷酸合成酶及氨甲酰磷酸合成酶 I, 从而促进内源性精氨酸的合成, 进而调节机体的营养代谢。本文综述了 N-氨甲酰谷氨酸在猪营养中应用的研究进展。

关键词: N-氨甲酰谷氨酸; 猪; 营养

中图分类号: S828

文献标识码: A

文章编号: 1006-267X(2013)06-1131-06

N-氨甲酰谷氨酸(N-carbamoylglutamate, NCG)是 N-乙酰谷氨酸(N-acetylglutamate, NAG)的结构类似物, NAG 是内源性精氨酸(Arg)合成的必要辅助因子和主要限制因素之一。NCG 和 NAG 具有相似的结构和性质, 二者均能激活氨甲酰磷酸合成酶 I (CPS-I) 及二氢吡咯-5-磷酸合成酶(P5CS), 从而促进内源性 Arg 的合成。而 Arg 在养猪生产中是条件性必需氨基酸, 除参与体蛋白质合成外, 还通过多种酶、激素及其代谢产物如一氧化氮(NO)和多胺在猪体内发挥着多重营养生理效应^[1-4]。特别在幼龄仔猪中和应激状态下, 猪通过肠道吸收及体内合成的 Arg 远不能满足其需要, 而饲料中 Arg 添加过多会与赖氨酸、组氨酸等必需氨基酸发生拮抗而影响这些氨基酸的吸收。而补充 NCG 不仅可以避免拮抗作用的发生, 而且能有效地促进体内 Arg 的合成^[5]。此外, NCG 在体内具有较长的半衰期, 低剂量的 NCG 便可有效地激活 CPS-I 和 P5CS, 是一种经济有效的 Arg 替代品^[5]。本文就近年来 NCG 在猪营养中应用的研究进展作一综述。

1 NCG 在仔猪营养中的应用

1.1 哺乳仔猪

新生仔猪对 Arg 的需求量很大, 仅靠母乳很难满足其生长发育的最佳需要量。研究发现, 母乳能够提供的 Arg 不足仔猪需要量的 60%, 远不能满足仔猪生长发育的最佳需要量^[6-7]。除母乳外, 仔猪 Arg 的另一个来源是内源性 Arg 的合成。Wu 等^[8]研究证实, 小肠是仔猪内源性氨基酸合成的主要部位。新生仔猪的绝大多数肠细胞中精氨酸琥珀酸合成酶和精氨酸琥珀酸裂解酶活性很高, 细胞中合成的瓜氨酸随即转化成 Arg^[9]。然而, 小肠细胞中 Arg 的合成速率随着年龄的增长而降低, 与新生仔猪相比, 7 日龄仔猪通过谷氨酰胺、谷氨酸及脯氨酸等 Arg 主要合成底物合成 Arg 的速率降低了 70% 以上, 且在 14 和 21 日龄的仔猪中进一步降低, 而 Arg 合成速率的降低可能是由于 NAG 合成酶活性的降低, 并进一步影响了 CPS-I 的活性^[9-11]。

Wu 等^[5,11]通过给 4~14 日龄的哺乳仔猪每天灌服 50~100 mg/kg BW NCG 使其血浆 Arg 浓度较对照组升高了 68%, 同时仔猪的体增重也较对照组提高了 61%。Frank 等^[12]给哺乳仔猪每天

收稿日期: 2012-12-24

基金项目: 国家自然科学基金项目(31101730); 中国科学院知识创新重要方向项目(KSCX2-Y-W-N-051); 湖南省高校科学研究项目(10C0245)

作者简介: 彭 瑛(1969—), 女, 湖南平江人, 教授, 硕士, 主要从事单胃动物生态营养研究。E-mail: shddpy@163.com

* 通讯作者: 吴 信, 副研究员, E-mail: wuxin@isa.ac.cn; 印遇龙, 研究员, 博士生导师, E-mail: yinyulong@isa.ac.cn

灌服 50 mg/kg BW NCG, 每日 2 次, 结果显示 NCG 组仔猪的体增重较对照组增加了 28%; 更重要的是, 与对照组相比, 灌服 NCG 仔猪的背最长肌和腓肠肌蛋白合成速率分别增加了 30% 和 21%, 同时其血浆 Arg 和生长激素的浓度也得到提高。陈楠等^[13]给 7~21 日龄哺乳仔猪每天灌服 100、150、200、250 mg/kg BW NCG 发现, 与对照组相比, 灌服 100 和 150 mg/kg BW NCG 的仔猪体重分别显著提高了 10.5% 和 14.6%, 平均日增重提高了 14.8% 和 20.1%; 各灌服浓度均能显著提高仔猪心、肝和肾的相对重量, 灌服 100 和 150 mg/kg BW NCG 能提高胃的相对重量。陈楠^[14]还发现, 每天灌服 100 和 150 mg/kg BW NCG 能够提高仔猪血清白蛋白、NO、免疫球蛋白 A (IgA) 和免疫球蛋白 G (IgG) 浓度, 降低血清葡萄糖浓度; 每天补充 100 和 150 mg/kg BW NCG 还可以提高血清生长激素浓度, 降低血清皮质醇浓度, 且各灌服浓度均能提高血清胰岛素浓度; 各灌服浓度均显著提高了十二指肠绒毛高度和绒毛高度/隐窝深度; 灌服 100 和 150 mg/kg BW NCG 显著降低了空肠隐窝深度, 同时提高了绒毛高度/隐窝深度; 灌服 150 mg/kg BW NCG 显著提高了回肠绒毛高度和绒毛高度/隐窝深度, 降低了隐窝深度。综上所述, 给哺乳仔猪补充一定量的 NCG 可以促进生长, 提高肌肉蛋白质合成速率, 促进器官发育, 增强免疫力, 改善胃肠道功能。对于哺乳仔猪, NCG 的适宜补充量为每天 100~150 mg/kg BW。

1.2 断奶仔猪

断奶应激使仔猪的肠道结构遭到破坏, 肠道各种酶系统功能急剧降低, 严重影响了肠道的消化吸收功能。断奶应激引起血清皮质醇浓度升高, 皮质醇会进一步诱导仔猪上皮细胞 Arg 合成酶的分泌^[5,11], 而断奶应激会使 Arg 合成酶的活性显著降低, 使得肠道等内源性合成的 Arg 不足以满足断奶仔猪的需要而成为半必需氨基酸^[15]。此外, 哺乳仔猪可以通过母乳获得丰富的 Arg 合成底物脯氨酸^[16], 而断奶仔猪获取的脯氨酸不足可能导致血浆 Arg 浓度的进一步降低。

岳隆耀等^[17]在 (23 ± 3) 日龄断奶阉公猪 (杜 × 长 × 大) 的饲料中添加 0.05% NCG 或 1.00% Arg 发现, 与对照组相比, NCG 和 Arg 均能显著增加仔猪的平均日增重, 降低料重比; NCG 组

和 Arg 组血浆 Arg 和生长激素浓度以及空肠绒毛高度也显著高于对照组。从而推测 NCG 通过增加内源性氨基酸合成, 提高血浆激素浓度以及改善小肠形态结构等来促进断奶仔猪生长。周锡红等^[18]通过在 21 日龄“杜 × 长 × 大”断奶仔猪饲料中添加 0.03%、0.06%、0.09% 和 0.12% NCG 发现, 饲料中添加 0.09% 和 0.12% 的 NCG 可以显著提高断奶仔猪的平均日采食量和平均日增重, 降低料重比, 且各试验组断奶仔猪腹泻率显著降低; 生化分析结果表明, 0.09% 和 0.12% NCG 试验组动物血浆总蛋白、白蛋白、胰岛素、NO 浓度和总一氧化氮合酶 (TNOS) 活性均显著高于对照组, 而尿素氮、血氨和皮质醇浓度显著低于对照组, 表明饲料中添加 NCG 缓解了仔猪的断奶应激。吴信等^[19-20]研究发现, 在 21 日龄断奶仔猪 (长 × 大) 饲料中添加 0.8 g/kg NCG 或 Arg 显著降低了血清尿素氮浓度, 增加了血清 Arg、瓜氨酸和鸟氨酸浓度; 同时发现 NCG 具有促进断奶仔猪肝脏增重的趋势, 并能降低肝脏热休克蛋白 70 (HSP70) 基因的表达。Wu 等^[21]在 21 日龄断奶仔猪 (长 × 大) 饲料中添加 0.60% Arg 或 0.08% NCG 发现, Arg 和 NCG 在提高断奶仔猪平均日增重、小肠重量和绒毛高度的同时, 促进了小肠黏膜 HSP70 的基因表达及改善了小肠黏膜的完整性。高运苓等^[22]研究了 NCG 和 Arg 对 21 日龄断奶仔猪 (长 × 大) 抗氧化性能的影响发现, 与对照组相比, 添加 NCG 和 Arg 能显著降低血清皮质醇和丙二醛的浓度, 添加 NCG 还能增加血清谷胱甘肽的浓度, 降低肠黏膜丙二醛的浓度。有意思的是, 与 Arg 添加组比, NCG 添加组中血清谷胱甘肽浓度、铜锌过氧化物歧化酶活性及肠黏膜谷胱甘肽浓度显著增加, 且肠黏膜丙二醛浓度显著降低, 表明 NCG 比 Arg 具有更强的抗氧化功能。彭瑛等^[23]在 21 日龄断奶仔猪 (杜 × 长 × 大) 饲料中添加 0.09% 的 NCG 发现, 与对照组相比, NCG 添加组在平均日增重提高的同时心脏和肝脏的重量也显著增加。王琤等^[24]给 26 日龄断奶仔猪分别饲喂含 0.04%、0.08%、0.12% NCG 的玉米-豆粕型饲料, 结果发现 NCG 对断奶仔猪的平均日增重和料重比具有显著的改善作用, 且呈二次曲线的变化规律, 其中 0.04% 和 0.08% 的 NCG 对仔猪具有显著的促生长效果。添加低剂量 (0.04%) 的 NCG 可显著改善仔猪的腹泻情况, 而高剂量

(0.12%)的NCG却显著升高了仔猪的腹泻指数。综上所述,给断奶仔猪补充一定量的NCG可以促进生长,改善胃肠道功能,降低腹泻率,缓解断奶应激。

2 NCG在生长猪营养中的应用

周笑梨等^[25]研究了NCG对(12.6±1.7) kg环江香猪生长性能、营养物质消化率及血浆游离氨基酸含量的影响,结果表明,与对照组相比,饲料中添加0.1% NCG显著提高了环江香猪的平均日增重,降低了料重比;显著提高了血浆碱性磷酸酶活性及总氨基酸、必需氨基酸、芳香族氨基酸、苯丙氨酸和蛋氨酸的浓度,降低了血浆尿素氮、血氨和低密度脂蛋白的浓度;且粗蛋白质、粗脂肪和干物质的表观消化率也有所提高。

3 NCG在成年猪营养中的应用

3.1 母猪

Arg对胚胎、胎盘及胎儿的生长发育具有非常重要的作用^[26-29]。研究表明,Arg和鸟氨酸氮在妊娠第35、40、45天分别占了尿囊液中 α -氨基酸氮的40%、45%和50%^[30]。然而,内源合成以及由饲料供给的Arg并不能满足母猪的最佳营养需要量。在母猪饲料中添加Arg能够促进胎盘NO和多胺的合成,进而促进血管生成,提高胎盘对胎儿血液、氧气和营养物质的供应,改善胎儿的成活和生长发育状况^[1,31-33]。

刘星达等^[34]研究了在妊娠后期添加不同水平NCG(0.04%、0.08%、0.12%)对母猪繁殖性能的影响,结果表明,与对照组相比,饲料中添加0.08% NCG使窝产活仔数和窝产活仔数总质量分别提高了11.75%和13.23%,窝产死胎数降低了57.14%;同时,显著提高了血浆Arg、NO、生长激素和锌离子浓度,降低了血浆尿素氮浓度。江雪梅等^[35]从母猪妊娠第0天开始在饲料中添加0.1% NCG或者Arg直到分娩,结果发现,添加NCG和Arg分别使窝产活仔数提高了0.55头和1.15头,仔猪初生窝重提高了1.39和1.88 kg;添加NCG和Arg均显著提高了妊娠第30、60、90天血浆NO浓度,且添加NCG提高了妊娠第90天血浆TNOS和诱导型一氧化氮合酶(iNOS)活性,添加Arg提高了妊娠第90天血浆TNOS的浓度;添加NCG和Arg显著降低了妊娠第60天血浆尿素

及妊娠第90天血浆氨的浓度。Liu等^[36]研究发现,在妊娠母猪后期饲料中添加0.1% NCG或者Arg在改善母猪繁殖性能的同时,降低了母猪血浆血管内皮细胞生长因子(VEGF)浓度和内皮型一氧化氮合酶(eNOS)活性,增加了脐静脉*miR-15b*和血管内皮生长因子A(*VEGFA*) mRNA的表达量,降低了脐静脉*eNOS* mRNA的表达量。由此推测,NCG和Arg可能通过调节脐静脉的功能来发挥作用。冯占雨等^[37]在母猪妊娠中后期饲料中添加3 g/d NCG复配物(NCG辅以植物提取物配制而成)发现,NCG复配物有效改善了母猪的繁殖性能,提高了成活仔猪的初生窝重、窝产仔数和窝产活仔数,降低了弱仔率和死胎率。冯占雨等^[38]在妊娠母猪后期饲料中添加800 mg/kg NCG复配物提高了母猪窝产全仔数和活仔数,提高幅度在1头以上;在妊娠后期母猪饲料中添加NCG复配物减少了催产素的使用频率,推测NCG可能具有催产作用。杨平等^[39]研究了NCG和Arg对感染猪繁殖与呼吸综合征病毒(PRRSV)的妊娠母猪的繁殖性能及免疫功能的影响,结果表明,饲料中添加0.1% NCG或Arg使窝产活仔数分别提高了0.33和1.02头;添加NCG和Arg显著提高了妊娠第90天母猪血清IgG、IgM和PRRSV抗体浓度。Arg通过其代谢产物NO和多胺等对母猪乳腺的发育具有重要的调控作用^[40]。刘星达等^[41]研究了NCG和Arg对母猪泌乳性能及哺乳仔猪生长性能的影响,于妊娠第107天开始在对照组基础饲料中分别添加0.80% Arg以及0.03%、0.06%和0.09% NCG。结果表明,与对照组相比,饲料中添加0.80% Arg、0.03%或0.06% NCG提高了母猪日均泌乳量、仔猪断奶窝重和断奶均重,添加0.09% NCG显著提高了仔猪平均日增重。综上所述,在母猪饲料中添加一定量的NCG可以改善母猪的繁殖性能和泌乳性能,提高母猪的免疫力,促进哺乳仔猪的生长。

3.2 公猪

对于NCG在成年猪营养中的研究多集中于母猪,而在公猪上则鲜有报道。冯占雨等^[42]研究了NCG复合物(主要成分为NCG,同时添加了有机微量元素、植物提取物、维生素和晶体氨基酸等)对种公猪精液质量的影响,结果表明,NCG复合物对种公猪的精液数量、精液浓度以及原精活力均有改善作用。

4 小 结

综上所述,NCG 可以通过调节内源性 Arg 的合成来改善仔猪和生长猪的生长性能,以及母猪和公猪的繁殖性能。作为一种新型的饲料添加剂,NCG 的成本不足 Arg 的十分之一,而且可以克服 Arg 在动物生产中的很多不足,比如与赖氨酸、组氨酸等必需氨基酸发生拮抗等。随着研究的不断深入,NCG 在猪营养中的应用将会越来越普遍。

参考文献:

- [1] MATEO R D, WU G, BAZER F W, et al. Dietary *L*-arginine supplementation enhances the reproductive performance of gilts [J]. The Journal of Nutrition, 2007, 137(3): 652–656.
- [2] MATEO R D, WU G, MOON H K, et al. Effects of dietary arginine supplementation during gestation and lactation on the performance of lactating primiparous sows and nursing piglets [J]. Journal of Animal Science, 2008, 86(4): 827–835.
- [3] SPIUR J P, FARM C, KERR B J, et al. Hormonal response to dietary *L*-arginine supplementation in heat stressed sows [J]. Canadian Journal of Animal Science, 2006, 86: 373–381.
- [4] KIM S W, MCPHERSON R L, WU G. Dietary arginine supplementation enhances the growth of milk-fed young pigs [J]. The Journal of Nutrition, 2004, 134: 625–630.
- [5] WU G, BAZER F W, DAVIS T A, et al. Important roles for the arginine family of amino acids in swine nutrition and production [J]. Livestock Science, 2007, 112: 8–22.
- [6] WU G, MEININGER C J, KNABE D A, et al. Arginine nutrition in development, health and disease [J]. Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care, 2000, 3: 59–66.
- [7] DANA L W, BERTOLO R F P, BRUNTON J A, et al. Arginine synthesis is regulated by dietary arginine intake in the enterally fed neonatal piglet [J]. American Journal of Physiology, 2004, 287: 454–462.
- [8] WU G, KNABE D A, FLYNN N E. Synthesis of citrulline from glutamine in pig enterocytes [J]. Biochemical Journal, 1994, 299: 115–121.
- [9] WU G, KNABE D A. Arginine synthesis in enterocytes of neonatal pigs [J]. American Journal of Physiology, 1995, 269: R621–R629.
- [10] GENG M M, LI T J, KONG X F, et al. Reduced expression of intestinal N-acetylglutamate synthase in suckling piglets: a novel molecular mechanism for arginine as a nutritionally essential amino acid for neonates [J]. Amino Acids, 2011, 40(5): 1513–1522.
- [11] WU G, KNABE D A, KIM S W. Arginine nutrition in neonatal pigs [J]. The Journal of Nutrition, 2004, 134: 2783S–2790S.
- [12] FRANK J W, ESCOBAR J, NGUYEN H V, et al. Oral N-carbamylglutamate supplementation increases protein synthesis in skeletal muscle of piglets [J]. The Journal of Nutrition, 2007, 137(2): 315–319.
- [13] 陈楠, 芦春莲, 孙召君, 等. N-氨甲酰谷氨酸对哺乳仔猪生产性能和脏器指标的影响 [J]. 畜牧与兽医, 2012, 44(1): 34–36.
- [14] 陈楠. N-氨甲酰谷氨酸对哺乳仔猪生长性能及相关理化指标的影响 [D]. 硕士学位论文. 保定: 河北农业大学, 2012: 15–20.
- [15] CYNOBER L. Can arginine and ornithine support gut functions? [J]. Gut, 1994, 35: S42–S45.
- [16] WU G, KNABE D A. Free and protein-bound amino acids in sow's colostrum and milk [J]. The Journal of Nutrition, 1994, 124(3): 415–424.
- [17] 岳隆耀, 王春平, 谯仕彦. 日粮中添加 N-氨甲酰谷氨酸 (NCG) 对断奶仔猪生长的影响 [J]. 饲料与畜牧, 2010(1): 15–17.
- [18] 周锡红, 吴信, 唐香山, 等. 不同水平精氨酸生素对断奶仔猪生长性能和血液指标的影响 [J]. 农业现代化研究, 2010, 31(2): 237–240.
- [19] 吴信, 高运苓, 袁晓雪, 等. 精氨酸和精氨酸生素对断奶仔猪肝脏 *HSP70* 表达的影响 [C]//王健. 第四届中国畜牧科技论坛论文集. 北京: 中国农业出版社, 2009: 377–381.
- [20] 吴信, 高运苓, 袁晓雪, 等. 精氨酸和精氨酸生素对断奶仔猪血清生化指标、氨基酸和激素的影响 [C]//中国畜牧兽医学会养猪分会 2009 年学术年会“回盛生物”杯全国养猪技术论文大赛论文集. 北京: 中国畜牧兽医学会, 2009: 113–118.
- [21] WU X, RUAN Z, GAO Y L, et al. Dietary supplementation with *L*-arginine or N-carbamylglutamate enhances intestinal growth and heat shock protein-70 expression in weanling pigs fed a corn- and soybean meal-based diet [J]. Amino Acids, 2010, 39(3): 831–839.
- [22] 高运苓, 吴信, 周锡红, 等. 精氨酸和精氨酸生素对断奶仔猪氧化应激的影响 [J]. 农业现代化研究, 2010, 31(4): 484–487.

- [23] 彭瑛,蔡力创. 精氨酸和精氨酸生素对断奶仔猪生长性能、器官重及生化指标的影响[J]. 中国畜牧兽医,2011,38(8):23-26.
- [24] 王琤,瞿明仁,游金明,等. N-氨甲酰谷氨酸对断奶仔猪生长性能、养分消化率及血清游离氨基酸含量的影响[J]. 动物营养学报,2010,22(4):1012-1018.
- [25] 周笑犁,印遇龙,孔祥峰,等. N-氨甲酰谷氨酸对环江香猪生长性能、营养物质消化率及血浆游离氨基酸含量的影响[J]. 动物营养学报,2011,23(11):1970-1975.
- [26] KIM S W, WU G, BAKER D H. Amino acid nutrition of breeding sows during gestation and lactation[J]. Pig News Information,2005,26:89N-99N.
- [27] BÉRARD J, BEE G. Effects of dietary *L*-arginine supplementation to gilts during early gestation on foetal survival, growth and myofiber formation[J]. Animal,2010,4(10):1680-1687.
- [28] KIM S W, MATEO R D, YIN Y L, et al. Functional amino acids and fatty acids for enhancing production performance of sows and piglets[J]. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences,2007,20(2):295-306.
- [29] WU G, BAZER F W, CUDD T A, et al. Maternal nutrition and fetal development[J]. The Journal of Nutrition,2004,134(9):2169-2172.
- [30] WU G, BAZER F W, TUO W, et al. Unusual abundance of arginine and ornithine in porcine allantoic fluid[J]. Biology of Reproduction,1996,54(6):1261-1265.
- [31] WU G, BAZER F W, HU J, et al. Polyamine synthesis from proline in the developing porcine placenta[J]. Biology of Reproduction,2005,72(4):842-850.
- [32] WU G, POND W G, FLYNN S P, et al. Maternal dietary protein deficiency decreases nitric oxide synthase and ornithine decarboxylase activities in placenta and endometrium of pigs during early gestation[J]. The Journal of Nutrition,1998,128(12):2395-2402.
- [33] WU G, BAZER F W, BURGHARDT R C, et al. Impacts of amino acid nutrition on pregnancy outcome in pigs: mechanisms and implications for swine production[J]. Journal of Animal Science,2010,88:195-204.
- [34] 刘星达,吴信,印遇龙,等. 妊娠后期日粮中添加不同水平 N-氨甲酰谷氨酸对母猪繁殖性能的影响[J]. 畜牧兽医学报,2011,42(11):1550-1555.
- [35] 江雪梅,吴德,方正锋,等. 饲料添加 *L*-精氨酸或 N-氨甲酰谷氨酸对经产母猪繁殖性能及血液参数的影响[J]. 动物营养学报,2011,23(7):1185-1119.
- [36] LIU X D, WU X, YIN Y L, et al. Effects of dietary *L*-arginine or N-carbamylglutamate supplementation during late gestation of sows on the *miR*-15b/16, *miR*-221/222, *VEGFA* and *eNOS* expression in umbilical vein[J]. Amino Acids,2012,42(6):2111-2119.
- [37] 冯占雨,谯仕彦,李良兴,等. 母猪妊娠中后期饲料中添加 N-氨甲酰谷氨酸复配产品对其生产性能的影响[J]. 养猪,2011(3):20-22.
- [38] 冯占雨,宋青龙,谯仕彦,等. 妊娠母猪后期日粮中添加 NCG 复配产品对其生产性能的影响[J]. 猪业科学,2011(3):76-79.
- [39] 杨平,吴德,车炼强,等. 饲料添加 *L*-精氨酸或 N-氨甲酰谷氨酸对感染 PRRSV 妊娠母猪繁殖性能及免疫功能的影响[J]. 动物营养学报,2011,23(8):1352-1360.
- [40] KIM S W, WU G. Regulatory role for amino acids in mammary gland growth and milk synthesis[J]. Amino Acids,2009,37(1):89-95.
- [41] 刘星达,彭瑛,吴信,等. 精氨酸和精氨酸生素对母猪泌乳性能及哺乳仔猪生长性能的影响[J]. 饲料工业,2011,32(8):14-16.
- [42] 冯占雨,宋青龙,谯仕彦,等. N-氨甲酰谷氨酸复合物对种公猪精液质量的影响[J]. 中国猪业,2011(6):48-49.

Application of N-Carbamoylglutamate in Swine Nutrition: A Review

PENG Ying^{1,2} YANG Huansheng² WU Xin^{2*} LI Lili² YIN Yulong^{2*}

(1. Hunan Radio & TV University, Changsha 410004, China; 2. Key Laboratory for Agro-Ecological

Processes in Subtropical Region, Institute of Subtropical Agriculture, Chinese Academy of Sciences, Changsha 410125, China)

Abstract: N-carbamylglutamate is a metabolically stable analogue of N-acetylglutamate. As N-acetylglutamate, N-carbamylglutamate has the capability of promoting arginine synthesis through activating carbamylphosphate synthase I and pyrroline-5-carboxylate synthase, and then regulating nutritional metabolism of animals. This article reviewed the research and application prospects of N-carbamylglutamate in swine nutrition. [*Chinese Journal of Animal Nutrition*, 2013, 25(6):1131-1136]

Key words: N-carbamoylglutamate; swine; nutrition

* Corresponding author, WU Xin, associate professor, E-mail: wuxin@isa.ac.cn; YIN Yulong, professor, E-mail: yinyulong@isa.ac.cn

(编辑 陈 鑫)

《动物营养学报》被评为“中国学术期刊评价研究报告 (2013—2014)”权威期刊(A⁺级期刊)

2013年4月27日“第三届中国期刊质量与发展大会”上,中国科学评价研究中心、武汉大学图书馆、中国科教评价网联袂发布了“中国学术期刊评价研究报告(2013—2014)”(RCCSE 权威、核心期刊排行榜与指南)(科学出版社出版)。该报告从全国65个大学科6448种学术期刊中遴选出327种权威期刊(A⁺级期刊),占总数的5%,即排在最前面5%的期刊;964种核心期刊(A级期刊),占总数的15%,即排在5%~20%的期刊;648种扩展核心期刊(A⁻级期刊),占总数的10%,即排在20%~30%的期刊;其余为准核心期刊(B⁺级期刊)、一般期刊(B级期刊)和较差期刊(C级期刊),共占总数的70%,即排在30%~100%的期刊。《动物营养学报》非常荣幸地被遴选为该评价研究报告的权威期刊(A⁺级期刊),成为全国6448种学术期刊排在最前面5%的327种期刊之一。

《动物营养学报》编辑部

2013-4-28