



胍基乙酸在反刍动物上的研究进展

郭文伟¹, 佟焱毅¹, 王浩程¹, 刘宏凯¹, 高君平¹,

孙茂红^{1*}, 岳春旺^{1*}, 高 勇², 李素霞³

(1. 河北北方学院动物科技学院, 河北 张家口 075000; 2. 三步育肥(北京)饲料研发中心有限公司, 北京 102206;

3. 河北省承德市畜牧工作站, 河北 承德 067000)

摘 要:胍基乙酸是一种氨基酸衍生物,也是一种重要的新型营养性饲料添加剂,其在国内外的应用效果已被普遍认可。本文从胍基乙酸的生理功能、对牛羊的生长性能和对牛羊屠宰性能及肉品质等方面进行了综述,得出了胍基乙酸能够提高反刍动物生产性能和屠宰性能及改善肉品质的结论,但也发现针对不同品种、性别和年龄等方面仍缺乏生产及机理性的研究。

关键词:胍基乙酸; 反刍动物; 生产性能; 屠宰性能; 肉品质

中图分类号:S823 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-9111(2023)01-0061-03

胍基乙酸(guanidineacetic acid, GAA)又称肌乙酸、N-咪基甘氨酸,是由甘氨酸和 L-精氨酸形成,是一种天然存在于动物体内的氨基酸衍生物,可增强神经和肌肉等组织功能。生产中合成的胍基乙酸是一种白色或微黄色无味粉末状物,可溶于水,熔点为 280~284℃。胍基乙酸的稳定性较好,在动物体内代谢后可以排出体外,室温下能够保存 2 年^[1-2]。现对胍基乙酸在反刍动物上的应用综述如下。

1 胍基乙酸的生理功能

1.1 对胰岛素代谢的影响

胍基乙酸最早发现于动物试验中,有研究报道胍基乙酸可以促使胰岛素分泌。额外的补充胍基乙酸以及衍生物,能够刺激啮齿类动物的胰腺来分泌胰岛素,并且刺激所分泌重要原因可能为胍基团,使胰岛素的分泌增强。Ostojic^[3]研究表明胍基乙酸刺激胰岛素分泌的具体机制可能是由于胍基乙酸分子的极性能影响胰岛细胞膜去极化,并通过蛋白激酶 A 和蛋白激酶 C 来增强靶细胞膜表面胰岛素受体的活性,从而激活胰岛素信号的通路。胰岛素主

要是为了降低血糖,因此通过补充胍基乙酸使血浆中的葡萄糖水平降低。由此可见胍基乙酸可以作用于胰岛素保持体内地相对平衡,从而达到维持动物体内血糖稳态。

1.2 对能量代谢的影响

目前,在动物生产中胍基乙酸作为饲料添加剂,可以在酶的催化作用下可以内源性地合成肌酸(creatine, Cr),主要作用是在肌酸激酶(creatine kinase, CK)的作用下形成磷酸化肌酸(P-creatine, PCr),参与三磷酸腺苷(adenosine triphosphate, ATP)循环^[4]。肌酸通常处于肌细胞当中,肌酸与肌肉密切相关且增加肌肉中的浓度,也是机体储存能量的重要场所,磷酸肌酸与肌酸之间相互转化为供能的过程。额外添加胍基乙酸能够使细胞的能量代谢提供关键物质,同时也可使肌肉、脑组织中的能量需求得到改善。胍基乙酸也是动物体内合成肌酸的唯一前体物,通常的话,肌酸是采食动物性蛋白饲料当中获得,也可自身合成,而对于自身就匮乏肌酸的植物性蛋白饲料来说,因此需通过采食或内源性合成来获得额外补充肌酸。由于饲料中禁止添加动物性蛋

收稿日期:2022-10-27 修回日期:2022-12-18

基金项目:河北省现代农业技术体系肉牛产业创新团队高效养殖岗(HBCT2018130202);肉牛杏鲍菇菌渣饲料的开发技术与示范(202103B030)

作者简介:郭文伟(1997—),男,硕士研究生,主要从事反刍动物营养与养牛科学研究。

* 通讯作者:孙茂红(1971—),女,教授,博士,硕士生导师,主要从事反刍动物营养与养牛科学研究。

岳春旺(1969—),男,教授,博士,硕士生导师,主要从事反刍动物营养与养牛科学研究。

白,内源性合成的肌酸仅占机体所需的一半^[5],并且 GAA 比肌酸稳定且价格更低,因此在牲畜中补充 GAA 已被评估为肌酸的替代品。

1.3 其它生理功能

胍基乙酸除了促进胰岛素的分泌和对能量代谢有影响外,还具有其他生理功能,包括影响神经调节^[6]、改变精氨酸的代谢以及影响机体氧化和抗氧化系统^[7-8]。肌酸在肌肉组织能量代谢中起着重要作用,动物体内的肌酸和磷酸肌酸每天约有 1.6% 不可逆的转化为肌酐,并通过尿液排出体外^[9],这也增加了对肌酸合成的需求^[10]。

2 胍基乙酸对牛羊的生长性能影响

胍基乙酸已有较多报道的是猪和家禽中的应用。例如在饲喂家禽中以玉米和豆粕为基础饲料,观察到添加 GAA 可以改善增重、饲料转化率和胸肉产量^[11-12]。He 等^[13]发现在猪饲料中添加 GAA,同时也证明能够改善饲料转化率、胴体重和瘦肉率。2014 年,我国批准将 GAA 列为一种新型饲料添加剂,允许在畜禽饲料中添加。本文现对胍基乙酸在反刍动物上的应用总结如下:

2.1 胍基乙酸对肉牛的生长性能影响

研究报道指出,磷酸肌酸大量存在肌肉和神经组织中,较少的部分存在脂肪组织中,额外补充胍基乙酸,能够促进能量转移到肌肉组织中,这有利于明显改善肉牛的体型,可降低肉牛多余的脂肪,并转换成瘦肉,从而使背宽和臀部更加结实丰满。Ardalan 等^[14]研究发现,为缺乏蛋氨酸日粮的肉牛额外添加 15 g/d 的胍基乙酸,能够有效地促进肌酸合成,从而缓解因蛋氨酸缺乏导致的生长速度过慢的负面效应。Lis 等^[15]在安格斯公牛日粮中添加不同水平的 GAA,平均日增重与干物质采食量均显著提高。Liu 等^[16]研究结果表明,在日粮中添加 0.6 g/kg GAA,安格斯公牛的平均日增重显著高于对照组。王子苑等^[17]研究表明添加胍基乙酸的试验组平均日增重显著提高,料重比降低,但对试验组肉牛的平均日采食量影响不大。邱明科^[18]研究发现,在日粮中添加 400 g/t GAA,西门塔尔杂交肉牛的平均日增重、日采食量较对照组相比显著提高,料重比显著降低;并且也提高肉牛机体的抗氧化能力,改善肉牛的生长性能,增收经济效益。王小利等^[19]研究发现,在肉牛饲料中添加 400 mg/kg 或 800 mg/kg GAA,显著提高了肉牛的抗氧化能力。Ardalan 等^[20]研究发现,荷斯坦小牛饲料中添加不同水平的 GAA,荷斯坦小牛血浆中肌酸的浓度得到显著提高,同时也增加 GAA 肾脏的滤过,血液中精氨酸浓度升高,原因

可能是额外添加 GAA 会减少体内合成所需精氨酸的消耗。

2.2 胍基乙酸对肉羊的生长性能影响

胍基乙酸在改善经济动物生长性能的报道较多,晁雅琳等^[21]研究表明在滩羊日粮中添加 0.04%、0.08% 和 0.12% 剂量的 GAA,发现添加 0.08% 和 0.12% GAA 能够显著提高滩羊的平均日增重且降低料重比。孙志辉等^[22]研究表明,在日粮中添加 1 000 g/t GAA,安徽白山羊平均日增重较对照组比显著提高。杨昊^[23]研究发现,在饲料中添加 1 500 mg/kg GAA 可提高羔羊的肌酸和肌酐的浓度,同时提高了羔羊的日增重并且降低料重比。李秀丽^[24]研究表明,试验组的平均日增重显著高于对照组,料重比也显著降低。原因可能是日粮中补充胍基乙酸给肌细胞内蛋白质的合成提供能量,促进生长^[11]。试验表明添加胍基乙酸后发病率低于对照组,且一周内的治愈率较高,说明胍基乙酸能够提高羊的免疫力,原因可能是与胍基乙酸可以提高畜禽的抗氧化能力有关^[25-26]。而且胍基乙酸在大脑起一定影响作用,影响 γ -氨基丁酸的分泌,而 γ -氨基丁酸可促进下丘脑分泌促生长激素释放激素,从而可达到垂体分泌更多的生长激素^[3],来促进动物生长。

上述试验结果均表明,在日粮中添加 GAA 可显著提高羊的日采食量和平均日增重,降低料重比。

3 胍基乙酸对牛羊屠宰性能及肉品质影响

3.1 胍基乙酸对肉牛屠宰性能及肉品质的影响

评定肉品质的重要指标有感官指标、理化指标和营养成分^[27]。辛均平^[28]研究发现,饲料中添加 0.2% GAA 降低了锦江黄牛背最长肌的亮度值和半腱肌的滴水损失,显著提高背最长肌的红度值和黄度值。Qu 等^[29]研究发现,在晋江公牛日粮中分别添加 0%、0.05%、0.10%、0.20%、0.40% 的 GAA,发现添加 0.20% GAA 增加肌肉的黄度值、红度值及背最长肌,并且改善了肉质。

3.2 胍基乙酸对肉羊屠宰性能及肉品质的影响

张建新等^[30]研究表明,饲料中添加 900 mg/kg GAA 羔羊的胴体重、净肉重均显著高于其它试验组。蔡文洁^[31]研究表明,添加 1 500 mg/kg GAA 能够提高哈萨克羊的胴体重和屠宰率,降低骨比例。刘博等^[32]研究表明,在日粮中添加 0.08% GAA,舍饲滩羊的屠宰率、净肉率、肌肉脂肪含量和大理石花纹评分较对照组相比显著提高,尾脂和胴体脂肪较对照组相比显著降低。任国栋等^[33]研究表明,在日粮中添加 900 g/kg GAA,小尾寒羊杂交羊的眼肌面

积、净肉重较对照组相比显著提高,失水率显著降低,原因可能是由于GAA在机体内转化为肌酸,加速合成肌肉中的ATP,促进肌动蛋白的合成、使肌肉脂肪组织能量供给加强,同时也能减少线粒体的自由基产生,并获得更好的肉色和肌肉品质^[34]。刘笑梅等^[35]研究发现,饲料中添加900 mg/kg GAA显著提高了羔羊的胴体重并且影响了宰后24 h的背最长肌pH,原因可能是由于饲料中补充GAA后,羔羊肌肉中的肌酸含量增多,糖酵解的发生得到延缓,乳酸的积累减少,使得肌肉中的pH值得到提高。

综上所述,日粮中添加GAA可显著提高牛羊的肉品质和产肉率,降低皮下与内脏脂肪含量,改善了肉品质。

4 结 论

在生产中,添加胍基乙酸不但可以提高牛羊的生长性能,还可以改善宰后pH、滴水损失、剪切力和降低脂肪等肉质指标。但目前胍基乙酸在反刍动物生产中的应用仍处于起步阶段,尤其是针对不同品种、年龄和生产目的下,胍基乙酸对反刍动物应用及机理上的试验研究还有待进一步开展。

参考文献:

- [1] 李文娟,王彦芦,王炜康,等.胍基乙酸对畜禽生产性能与肉质质的调控作用研究进展[J].中国畜牧杂志,2021,57(1):1-5.
- [2] 王亚君,刘晓晨.胍基乙酸生物学功能及在动物生产上的应用[J].饲料研究,2020,43(3):150-153.
- [3] OSTOJIC S M. Guanidinoacetic acid as a perform-enhancing agent[J]. Amino. Acids, 2016, 48(8): 1867-1875.
- [4] BARCELOS R P, STEFANELLO S T, MAURIZ J L, et al. Creatine and the liver: Metabolism and possible interactions[J]. Min. Rev. Med. Chem., 2016, 16(1): 12-18.
- [5] TOSSENBERGER J, RADEMACHER M, NEMETH K, et al. Digestibility and metabolism of dietary guanidino acetic acid fed to broilers[J]. Poultry Sci., 2016, 95(9): 2058-2067.
- [6] NEU A, NEUHOFF H, TRUBE G, et al. Activation of GABAA receptors by guanidinoacetate: A novel pathophysiological mechanism[J]. Neurobiol. Dis., 2002, 11(2): 298-307.
- [7] DILGER R N, BRYANT A, ONIKPAYNER L, et al. Dietary guanidino acetic acid is an efficacious replacement for arginine for young chicks[J]. Poult. Sci., 2013, 92(1): 171-177.
- [8] YAZDIF T, GOLIAN A, ZARGHI H, et al. Effect of wheat-soy diet nutrient density and guanidine acetic acid supplementation on performance and energy metabolism in broiler chickens[J]. Italian J. Anim. Sci., 2017, 16(4): 593-600.
- [9] WYSS M, KADDURAH-DAOUK R. Creatine and creatinine metabolism[J]. Physiological Reviews, 2000, 80(3): 1107-1213.
- [10] ARDALAN M, BATISTA E D, TITGEMEYER E C. Effect of post-ruminal guanidinoacetic acid supplementation on creatine synthesis and plasma homocysteine concentrations in cattle[J]. Anim. Sci., 2020, 98(3): 1-9.
- [11] MICHIELIS J, MAERTENS L, BUYSE J, et al. Supplementation of guanidinoacetic acid to broiler diets: Effects on performance, carcass characteristics, meat quality, and energy metabolism[J]. Poultry Science, 2012, 91(2): 402-412.
- [12] HEGER, J, ZELENKA J, MACHANDER V, et al. Hampel. Effects of guanidinoacetic acid supplementation to broiler diets with varying energy content[J]. Acta Univ. Agric. Silv. Mendelianae Brun., 2014, 62(3): 477-485.
- [13] HE D T, GAI X R, YANG L B, et al. Effects of guanidinoacetic acid on growth performance, creatine and energy metabolism, and carcass characteristics in growing-finishing pigs[J]. Anim. Sci., 2018, 96: 3264-3273.
- [14] ARDALAN M, MIESNER M D, REINHARDT C D, et al. Effects of guanidinoacetic acid on lean growth and methionine flux in cattle[J]. Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports, 2020, 6: 2.
- [15] LI S Y, WANG C, WU Z Z, et al. Effects of guanidinoacetic acid supplementation on growth performance, nutrient digestion, rumen fermentation and blood metabolites in Angus bulls[J]. Animal, 2020, 14(12): 2535-2542.
- [16] LIU Y J, CHAN Z J, WANG D H, et al. Effects of guanidinoacetic acid and coated folic acid supplementation on growth performance, nutrient digestion and hepatic gene expression in Angus bulls[J]. The British Journal of Nutrition, 2020: 1-8.
- [17] 王子苑,陈光吉,舒健虹,等.胍基乙酸对肉牛生长性能、血浆抗氧化和糖代谢指标及血液相关基因表达的影响[J].动物营养学报,2021,33(12):6853-6863.
- [18] 邱明科.胍基乙酸对放牧条件下肉牛生产性能、血清生化指标及经济效益的影响[J].饲料研究,2021,44(3):9-12.
- [19] 王小利,王子苑,舒健虹,等.胍基乙酸对肉牛生长性能、血浆抗氧化和糖代谢指标及血液相关基因表达的影响[J].动物营养学报,2021,33(11):1-11.
- [20] ARDALAN M, BATISTA E, ARMENDARIZ C, et al. Guanidinoacetic acid as a precursor of creatine for cattle[J]. Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports, 2015, 1(8): 2.
- [21] 晁雅琳,刘博,寇启芳.胍基乙酸对舍饲滩羊生长性能、屠宰性能、脂肪沉积及肌肉营养成分的影响[J].动物营养学报,2019,31(1):388-394.
- [22] 孙志辉,殷捷,凌英会,等.胍基乙酸替代物“健美达”对山羊生长性能和血液生化指标的影响[J].安徽农业大学学报,2014,41(2):282-286.
- [23] 杨昊.补喂胍基乙酸及甲基供体对羔羊消化代谢和生产性能的影响[D].乌鲁木齐:新疆农业大学,2021.
- [24] 李秀丽.复方胍基乙酸对肉羊生长性能、抗氧化指标及经济效益的影响[J].饲料研究,2021,44(18):25-27.
- [25] 班博,蒋庆友,杨泰,等.胍基乙酸的生理作用和机理及其在肉鸡、猪生产方面的应用[J].动物营养学报,2018,30(12):4799-4805.
- [26] JAYARAMAN B, KINH L, HUYEN L T T, et al. Supplementation of guanidinoacetic acid to pig diets: Effects on performance, carcass characteristics and meat quality[J]. J. of Anim. Sci., 2018, 966: 2332-2341.
- [27] 谷英,孙海洲,桑丹,等.肉品质评定指标及影响因素的研究进展[J].中国畜牧兽医,2013,40(7):100-106.

奖惩。强化对各乡镇、有关部门、金融机构的督查,对每年年末超额完成任务的优秀镇村以及做出突出贡献的部门给予奖励。对工作落实不力、措施不到

位的,将对责任单位和责任人予以通报批评或追责问责。

Suggestions on High Quality Development of Cattle Industry in Binxian

CAI Qing-shuang

(Binxian Husbandry and Veterinary Bureau in Heilongjiang Province, Binxian, Heilongjiang 150400)

Abstract: As the major beef cattle breeding county in Heilongjiang Province, Binxian has always regarded the beef cattle industry as the leading industry for the development of the rural economy. Based on years of relevant experience, author analyzed the development status, advantages, and restrictive factors of the beef cattle industry in Binxian. And then author put forward some solutions which promote the development of the beef cattle industry, in order to provide a reference for the high-quality development of the beef cattle industry in Binxian.

Key words: Binxian; beef industry; countermeasures and suggestions

(上接第63页)

- [28] 辛均平. 胍基乙酸对育肥期锦江黄牛生长性能、血液指标及肉品质的影响[D]. 南昌:江西农业大学, 2020.
- [29] QU M, LIANG H, LI Z, et al. Effects of dietary guanidinoacetic acid on the feed efficiency, blood measures, and meat quality of Jinjiang bulls[J]. Front. Vet. Sci., 2021, 8: 684-295.
- [30] 张建新, 张宏祥, 杨立彬, 等. 饲料中添加胍基乙酸对羔羊生长性能屠宰性能和肉品质的影响[J]. 动物营养学报, 2021, 33(3): 1565-1575.
- [31] 蔡文洁. 胍基乙酸对哈萨克羊消化代谢和生产性能

的影响[D]. 乌鲁木齐:新疆农业大学, 2021.

- [32] 刘博, 钟锐, 寇启芳, 等. 氮氨甲酰谷氨酸与胍基乙酸组合对舍饲滩羊胴体品质及肉质的影响[J]. 动物营养学报, 2019, 31(12): 5595-5600.
- [33] 任国栋, 郝小燕, 刘森, 等. 胍基乙酸和甜菜碱对公羔生长发育、屠宰性能和肉品质的影响[J]. 动物营养学报, 2021, 33(12): 6899-6909.
- [34] 张俊玲, 张德福, 石风云, 等. 胍基乙酸在动物生产上的研究进展[J]. 中国畜牧杂志, 2016, 52(4): 63-66.
- [35] 刘笑梅, 郝小燕, 张宏祥, 等. 饲料中添加胍基乙酸对羔羊生长性能、屠宰性能和肉品质的影响[J]. 动物营养学报, 2021, 33(3): 1565-1575.

Research Progress of Guanidinoacetic Acid in Ruminants

GUO Wen-wei¹, TONG Yao-yi¹, WANG Hao-cheng¹, LIU Hong-kai¹,

GAO Jun-ping¹, SUN Mao-hong^{1*}, YUE Chun-wang^{1*}, GAO Yong², LI Su-xia³

(1. College of Animal Science and Technology, Hebei North University, Zhangjiakou, Hebei 075000; 2. Sanbu Fattening (Beijing) Feed R&D Center Co., Ltd., Beijing 102206; 3. Animal Husbandry Station of Chengde City, Chengde, Hebei 067000)

Abstract: Guanidinoacetic acid is a kind of amino acid derivative, is also an important new nutritional feed additive, its application effect at home and abroad has been widely recognized. In this paper, from the physiological functions of guanidine acetic acid, the growth properties of cattle and sheep and cattle and sheep slaughtered on the performance and meat quality, et cetera were summarized, the guanidine acetic acid is obtained to improve ruminant production performance and slaughter performance and meat quality, but also found that for different species, the respect such as gender and age are still lack of production and machine rational research.

Key words: guanidinoacetic acid; ruminant animal; production performance; slaughter performance; quality of meat