

添加丙酸钙对高精料育肥肉牛生长性能和血液指标的影响

张心壮¹ 鲁琳² 孟庆翔¹ 和立文¹ 任丽萍^{1*}

(1. 动物营养学国家重点实验室/中国农业大学 动物科学技术学院,北京 100193;

2. 北京农学院 动物科技学院,北京 102206)

摘要 为研究添加丙酸钙对育肥肉牛生长性能及血液指标的影响,选择18头日本和牛公牛,随机分为2组,每组9头,试验组(EG)日粮中添加丙酸钙200 g/d,对照组(CG)正常饲喂,试验期间测定肉牛的生长性能和血液生化指标。结果表明:日粮中添加丙酸钙对肉牛干物质采食量、日增重和饲料转化率差异均不显著($P>0.05$),但是在试验的第3周和第5周试验组采食量比对照组有增加的趋势($0.05<P<0.10$),而且从数值上来看,试验组的饲料转化率为11.41,要高于对照组的12.40;添加丙酸钙能显著增加采食3 h后的血液尿素氮($P<0.05$);试验组血液总蛋白与对照组相比有升高的趋势,血糖和甘油三酯含量有降低的趋势($0.05<P<0.10$);其他血液生化指标差异均不显著。本试验结果表明,高精料育肥期添加200 g/d的丙酸钙没有显著提高肉牛的生长性能,作用效果不明显。

关键词 和牛; 丙酸钙; 生长性能; 血液指标

中图分类号 S 823.9⁺2; S 816.71

文章编号 1007-4333(2013)03-0115-05

文献标志码 A

Effects of supplemental propionate calcium on growth and blood indexes of the high concentrate finishing beef cattle

ZHANG Xin-zhuang¹, LU Lin², MENG Qing-xiang¹, HE Li-wen¹, REN Li-ping^{1*}

(1. State Key Laboratory of Animal Nutrition/College of Animal Science and Technology,

China Agricultural University, Beijing 100193, China;

2. College of Animal Science and Technology, Beijing University of Agriculture,

Beijing University of Agriculture, Beijing 102206, China)

Abstract In order to provide theoretical bases for the utilization of calcium propionate in ruminant production, eighteen Wagyu Bulls were selected to study the effects of Calcium propionate supplementation on growth and blood parameters of finishing beef cattle fed high level nutrition. The experimental animals were randomly divided into two groups, where 9 heads per group. The experimental group (EG) was supplemented with 200 g/d calcium propionate, while the control group (CG) was fed normally. The results showed that: there was no significant difference on dry matter intake, daily gain and feed conversion rate between EG and CG ($P>0.05$), however, dry matter intake of EG had increasing tendency compared with the CG in third week and fifth week ($P<0.10$). Although not statistically significant, feed conversion rate of the test group (11.41) is higher than the control group (12.40). After feeding three hours, the urea nitrogen of EG was significantly higher than CG ($P<0.05$); EG increased the total protein compared with CG ($0.05<P<0.10$), while the blood glucose and triglyceride in EG decreased ($P<0.10$). There were no significant differences in the other blood parameters ($P>0.05$). The experiment results showed that, supplying calcium propionate under high concentration fattening system could not improve animal growth performance.

Key words Wagyu; calcium propionate; growth performance; blood parameters

收稿日期: 2012-10-08

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(31172231); 国家肉牛牦牛产业体系(CARS-38); 北京市教育委员会项目(201202910411136)

第一作者: 张心壮, 博士研究生, E-mail: zhangxinzhuang@126.com

通讯作者: 任丽萍, 教授, 博士生导师, 主要从事饲料营养价值评定、牛肉品质评价研究, E-mail: renlp@cau.edu.cn

丙酸钙作为一种新型饲料添加剂,主要用作防腐,可延长饲料的保质期^[1]。随着对丙酸盐功能的了解和研究的不断深入,其在反刍动物中的应用也越来越广泛。丙酸钙在进入反刍动物机体后,能够水解为丙酸和钙离子,所以丙酸钙还可以作为饲料添加剂提供丙酸和钙源。钙是动物体内必需的矿物元素,以丙酸钙的形式添加通常比饲草和常用饲料中的钙易于吸收利用^[2]。丙酸是反刍动物最主要的生糖物质,体内所需的葡萄糖90%来自糖异生作用^[3]。葡萄糖为动物提供能量,为动物提供合成脂肪的前体物质乙酰单位,而且50%乙酰单位用于肌肉脂肪的合成,改善肉质^[4]。研究证明丙酸钙可以预防或改善一些奶牛饲养中的营养代谢疾病,比如产乳热、酮病等。有研究表明 Jersey 奶牛口服丙酸钙后使产乳热的发病率从50%降到29%^[5]。丙酸钙对瘤胃发酵、瘤胃营养物质降解率都有一定的调节作用^[6]。近年来的研究发现丙酸等短链脂肪酸可以作为信号分子来调控脂肪细胞的分化,研究发现丙酸通过G蛋白偶联受体41信号途径诱导小鼠前脂肪细胞分化^[7];通过给绵羊和山羊体内灌注丙酸盐后发现,脂肪合成相关基因的表达量明显升高^[8]。但是,关于丙酸钙在肉牛方面的研究报道较少,Wan等在体外培养鲁西黄牛的前脂肪细胞中发现丙酸是作为信号分子通过GPCR41信号途径调控肉牛肌肉脂肪生成的作用^[9];郭刚等以瘦管牛为研究对象

发现添加200 g/d的丙酸钙可以显著提高肉牛的能量沉积和氮沉积^[10],而在育肥期高营养水平饲养模式下,添加丙酸钙对育肥牛生长性能和血液指标是否有影响却未见报道。本试验在育肥肉牛日粮中添加一定量的丙酸钙,研究丙酸钙对育肥期肉牛的生长性能及血液指标影响,探讨在高营养水平下肉牛利用丙酸钙的情况,旨在为丙酸钙在反刍动物中合理应用提供科学依据。

1 材料与方 法

1.1 试验动物及试验设计

采用单因子试验设计,选用平均体重为635 kg左右的和牛公牛18头,随机分为2组,每组9头。试验组(EG)为在常规日粮的基础上添加丙酸钙,根据本试验前期产气量试验和刘强等^[6]的研究,确定添加量为每天每头200 g;对照组(CG)为常规日粮,不添加丙酸钙。试验预饲一周,前3 d分别添加50、100和150 g丙酸钙,从第4天开始增加到200 g,正饲期6周,共饲喂7周然后屠宰。

1.2 试验日粮及饲养管理

基础日粮按照NRC2000进行配制,饲料原料由玉米、棉粕、啤酒糟、青贮玉米秸秆组成,其组成及营养水平见表1。试验动物栓系饲养,饲料人工混成全混和日粮(TMR)饲喂,每天饲喂2次(6:00, 17:00),期间肉牛自由采食。丙酸钙添加组饲喂方

表1 基础日粮组成及日粮营养水平(干物质为基础)

Table 1 Composition and nutrition levels of the basal diet(DM)

日粮组成 Ingredients	质量分数/% Mass fraction	营养水平 Nutrient	含量 Content
青贮玉米秸秆 Silage corn	25.00	ME/(MJ/kg)	12.47
玉米 Corn	52.35	w(CP)/%	12.59
棉粕 Cottonseed meal	4.00	w(NDF)/%	40.86
啤酒糟 Brewer's grains	16.00	w(ADF)/%	18.22
氧化镁 Magnesium oxide	0.25	w(EE)/%	4.44
石粉 Limestone	0.60	w(Ca)/%	0.66
小苏打 Sodium Bicarbonate	1.00	w(P)/%	0.33
磷酸氢钙 Calcium phosphate	0.10	w(ASH)/%	4.51
食盐 Salt	0.50		
预混料* Premix	0.20		

注:*每kg预混料含Co 198 mg,Cu 9 228 mg,Fe 80 376 mg,I 754 mg,Mn 5 8131 mg,Se 366 mg和Zn 66 350 mg。

Note:* Supplied per kilogram of premix diet Co 198 mg,Cu 9 228 mg,Fe 80 376 mg,I 754 mg,Mn 58 mg,Se366 mg,Zn 66 350 mg.

式为：首先把丙酸钙与部分全混合日粮混匀饲喂，待肉牛采食完添加丙酸钙的饲料后，再饲喂剩余的常规饲料，上午、下午各添加丙酸钙 100 g。对照组饲喂常规日粮，自由饮水。本试验丙酸钙为滕州市东信精细化工厂生产，纯度 99.26%，各项指标均符合国家规定。

1.3 样品的采集与分析测定

1.3.1 体重及采食量测定

试验牛体重于试验开始的第 1 天和最后一天在采食前进行测定。采食量测定方法为每周一次，每次连续测定 3 d，试验开始第 1 周为过渡期没有测定采食量。具体测定方法为：每天记录给料量及剩料量，采集全价料的样品测定水分，计算每天的干物质采食量，3 取平均，根据实测采食量调整饲喂期间的给料量。

1.3.2 血液采集及指标测定

试验结束前 1 d，晨饲后 3 h 颈静脉采血 20 mL 于 2 根无抗凝剂的采血管中，待血液完全凝固后，2 500 r/min 离心 15 min 制备血清，-20 ℃ 低温保存备用，用于测定血糖、总蛋白、尿素氮、甘油三酯、游离脂肪酸、β-羟丁酸、胰岛素和类胰岛素一号增长因子 IGF-1。前 6 个指标采用生化的方法测定，生化仪器为东芝 TBA FR120，离子仪器为 MEDICA EASYLYTE PLUS Na/k/cl 分析仪。测试胰岛素用的碘¹²⁵胰岛素放射免疫分析药盒和测试 IGF 放射采用放射免疫药盒均由北京华埠力特生物技术研究所生产，检测仪器为上海核所日环光电仪器有限公司生产 Sn-69513 型免疫计数器。

1.4 数据处理及统计分析

采用 SAS 9.0 统计软件的广义线性模型(GLM)进行分析，分别对生长性能和血液的各项指标进行单因子的方差分析，Duncan 法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 生长性能

由图 1 可以看出：试验组和对照组 6 周的采食量差异均不显著，前 2 周对照组采食量高于试验组，后期则出现相反的情况，其中第 3 周和第 5 周试验组采食量较对照组有升高的趋势(0.05 < P < 0.10)。从表 2 中可知：试验组和对照组的生长性能指标干物质采食量、日增重、饲料转化率差异均不显著(P > 0.05)。但是从数值上看，添加组饲料转化率要低于对照组。

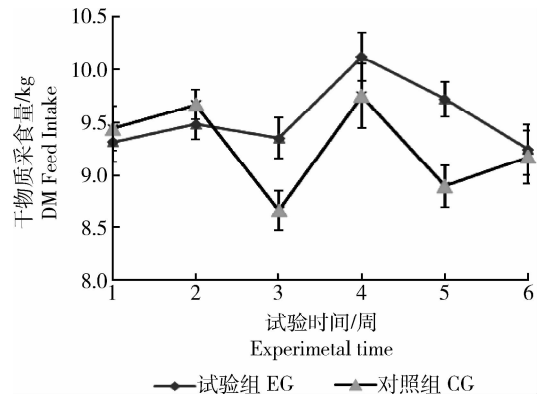


图 1 添加丙酸钙对育肥牛采食量的影响

Fig. 1 Effects of calcium propionate supplementation on feed intake of the finishing beef cattle

表 2 添加丙酸钙对育肥肉牛生长性能的影响

Table 2 Effects of calcium propionate supplementation on growth of finishing beef cattle

项目 Item	处理 Treatments		SEM	P
	添加组 Experimental group	对照组 Control group		
初始体重/kg Final body weight	637.11	634.22	22.36	>0.05
末体重/kg End-body weight	682.78	676.33	24.18	>0.05
干物质采食量/kg DMI	9.56	9.26	0.24	>0.05
平均日增重/kg ADG	0.90	0.82	0.09	>0.05
饲料转化率 Feed conversion ratio	11.41	12.40	1.33	>0.05

注：P > 0.05 表示差异不显著。Note: no significant difference (P > 0.05).

2.2 血液指标

表 3 显示的是添加丙酸钙对育肥牛血液指标的

影响，可以看出采食 3 h 后试验组和对照组的各项血液指标除尿素氮外差异均不显著，试验组尿素氮

显著高于对照组 ($P < 0.05$); 总蛋白试验组与对照组相比有升高的趋势 ($0.05 < P < 0.10$); 试验组血

糖和甘油三酯比对照组有降低的趋势 ($0.05 < P < 0.10$)。

表3 添加丙酸钙对育肥肉牛血液指标的影响

Table 3 Effects of calcium propionate supplementation on blood parameters of finished beef cattle

项目 Item	处理 Treatments		SEM	P
	添加组 Experimental group	对照组 Control group		
总蛋白/(g/L) Total protein	71.89	69.60	0.87	0.072
尿素氮/(mmol/L) Urea nitrogen	5.94	5.04	0.31	0.047
血糖/(mmol/L) Blood glucose	4.44	4.66	0.84	0.076
胰岛素/(μ IU/mL) Insulin	0.31	0.32	0.01	>0.050
IGF-1/(ng/mL)	90.44	89.71	7.78	>0.050
甘油三酯/(mmol/L) Triglycerides	0.29	0.33	0.15	0.075
非酯化脂肪酸/(Eq/L) Non-esterified fatty acid ester	180.56	179.10	15.57	>0.050
β -羟丁酸/(mmol/L) β -Hydroxybutyrate	0.33	0.32	0.01	>0.050

注: $P < 0.05$ 表示差异显著; $0.05 < P < 0.10$ 表示有升高或下降的趋势; $P > 0.10$ 表示差异不显著。

Note: Significant difference ($P < 0.05$), to rise or fall tendency ($0.05 < P < 0.10$), no significant difference ($P > 0.10$). The same in following table.

3 讨论

3.1 添加丙酸钙对育肥牛生长性能的影响

从代谢调节的角度来看,丙酸钙对采食量的影响主要是通过丙酸钙进入瘤胃分解产生的丙酸进行调节。丙酸通过瘤胃吸收进入血液,被血管内的丙酸感受系统感受,通过内脏和迷走神经的传入神经纤维将信息传到中枢神经系统后作用到肝脏来调节动物采食量。国内外研究对丙酸钙对采食量的影响报道效果不一致,可能和动物本身和营养水平有关。由于丙酸钙本身密度较轻,对皮肤、眼睛、呼吸器官有刺激性,且具有酸味,所以在试验前2周动物可能处于适应期,造成试验组采食量低于对照组。在一定条件下添加适量的丙酸钙可以促进动物能量代谢而提高采食量,有研究发现在绵羊饲喂劣质粗饲料时,添加52 mmol的丙酸盐可以提高其采食量^[11]。本试验研究同样发现,当动物适应丙酸钙以后,在试验的第3周和第5周出现采食量增加的趋势。而Liu和Ferreiral等研究表明添加不同量的丙酸钙对泌乳早期奶牛的采食量没有显著影响^[6,12],这和本试验整个饲养周期内测定的丙酸钙对采食量影响的结果一致。

丙酸是反刍动物主要的糖异生前体物质,而葡

萄糖90%是来自糖异生途径,所以丙酸是反刍动物主要能源来源。目前我国肉牛饲料仍以低质粗饲料为主,葡萄糖供应不足,造成动物能量负平衡,能氮比失调,营养物质利用率降低,而添加丙酸钙可以直接提供生糖前体物质丙酸,提高营养物质的消化率。有研究结果显示添加200 g/d的丙酸钙可以显著提高肉牛的能量沉积和氮沉积^[13]。在泌乳期奶牛同样发现添加适量丙酸钙可以显著改善泌乳早期奶牛的能量平衡,降低奶牛的体重下降速度^[14]。本试验高精料育肥条件下,能量供应充足,添加少量丙酸钙产生的丙酸相对从日粮中获得的量很少,因此在高精料育肥期添加丙酸钙可以提高动物对蛋白质利用率,增加脂肪合成,改善能量平衡及氮平衡,但是效果不如处于负能量状态下的泌乳奶牛和以粗饲料为主的肉牛效果明显。

3.2 添加丙酸钙对育肥牛血液指标的影响

血糖是动物机体代谢活动所必需的营养素,且为反刍动物能量代谢的重要指标。王中华等研究发现灌注高乙酸/丙酸比例的挥发酸时,葡萄糖碳原子来自于丙酸的比例和体内葡萄糖周转速度均高于低乙酸/丙酸比例的挥发酸^[15],在本试验高精料饲喂条件下添加丙酸钙,动物采食后瘤胃内产生大量丙酸,乙酸/丙酸比例下降,糖异生过程丙酸合成葡萄

糖的量减少,造成本试验结果中添加组血糖比对照组有降低的趋势。李胜利等在1.3倍维持的营养水平下瘤胃灌注丙酸钙研究发现血糖含量与瘤胃内丙酸含量成正线性相关^[16]。与本试验结果有些区别,可能的原因是2个试验的动物营养水平不一致,李胜利等试验饲喂能量水平较低,动物瘤胃内丙酸水平较低,丙酸灌注最高组血糖值仅为3.92 mmol/L;而本试验是高精料育肥,瘤胃内丙酸含量较高,血糖平均值达到4.56 mmol/L,当丙酸浓度达到一定值后,血糖含量到达平台期可能不再与丙酸浓度成正线性相关,甚至会出现丙酸含量过高血糖降低现象。

血液中总蛋白含量可以反映机体免疫机能状态,是机体维持生命活动必不可少的营养物质。血液尿素氮是动物体内蛋白质、氨基酸代谢的终产物,其浓度受饲料中蛋白质、氨基酸的影响。本试验结果表明血液总蛋白试验组与对照组相比有增高的趋势;血液尿素氮含量试验组显著高于对照组。可能的原因是丙酸钙促进了饲料蛋白利用率,微生物蛋白合成增加以及促进尿素循环的结果,这与郭刚得出结果一致^[17],血液中甘油三酯试验组有降低的趋势,这是由于丙酸盐可以通过降低脂肪酰 CoA 脱氢酶的活性或者减少脂肪酸进入线粒体而抑制 NEFA 的 β 氧化,脂肪合成量增加,降解率减少,脂肪沉积增加。

4 结 论

高精料育肥条件下添加一定量的丙酸钙对大部分的血液生化指标没有显著性差异,但是显著提高了血清尿素氮的含量,血糖、总蛋白和甘油三酯有趋势性的变化,表明添加丙酸钙虽然可以影响肉牛的生理代谢过程,但是在本试验条件下添加丙酸钙对育肥肉牛生长性能差异不显著作用效果不明显,所以不建议在高精料育肥肉牛日粮中添加丙酸钙。

参 考 文 献

- [1] 徐亲民. 丙酸及其盐类在饲料中的应用[J]. 饲料工业, 1997(5):32-35
- [2] 冯仰廉. 反刍动物营养学[M]. 北京:科学出版社,2004
- [3] Bergman E N. Production and Utilization of Metabolites by the Alimentary Tract as Measured in Portal and Hepatic Blood [M] // McDonald I W, Warner A C I. Digestion and Metabolism in the Ruminant. New South Wales: Univ New England Publ, 1975:292-305
- [4] Smith S B, Crouse J D. Relative contributions of acetate, lactate and glucose to lipogenesis in bovine intramuscular and subcutaneous adipose tissue[J]. J Nutr, 1984, 114:792-800
- [5] Goff J P, Horst R L, Jardon P W, et al. Field trials of oral calcium propionate paste as an aid to prevent milk fever in periparturient dairy cows[J]. J Dairy Sci, 1996, 79(3):378-383
- [6] Liu Q, Wang C, Guo G, et al. Effects of calcium propionate on rumen fermentation, urinary excretion of purine derivatives and feed digestibility in steers[J]. Journal of Agricultural Science, 2009, 147:201-209
- [7] Xiong Y, Miyamoto N, Shibata K. Short-chain fatty acids stimulate leptin production in adipocytes through the G protein-coupled receptor GPR41[J]. Proc Natl Acad Sci, 2004, 101(4):1045-1050
- [8] Lee S H, Hossner K L. Coordinate regulation of ovine adipose tissue gene express by propionate[J]. J Anim Sci, 2002, 80:2840-2849
- [9] Wan R, Ding J, Zhou Z M, et al. Meng. Regulation of proliferation and differentiation of Luxi bovine intramuscular preadipocytes by propionate[J]. Journal of Animal and Feed Sciences, 2007, 16(Suppl/2):335-340
- [10] Liu Q, Wang C, Yang W Z, et al. Effects of calcium propionate supplementation on lactation performance, energy balance and blood metabolites in early lactation dairy cows[J]. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 2009, 111(10):605-614
- [11] Juan J Villalba, Frederick D Provenza. Preference for flavored wheat straw by lamb conditioned with intraruminal administrations of sodium propionate[J]. J Anim Sci, 1996, 74(10):2362-2368
- [12] Ferreira L S, Bittar C M M. Performance and plasma metabolites of dairy calves fed tarter containing sodium butyrate, calcium propionate or sodium monensin[J]. Animal, 2011, 5(2):239-245
- [13] 郭刚, 刘强, 王聪, 等. 丙酸钙对西门塔尔牛日粮能量平衡和氮平衡的影响[J]. 饲料工业, 2009, 30(1):34-36
- [14] 王聪, 刘强, 黄应祥, 等. 丙酸钙对乳早期奶牛体况和能量平衡的影响[J]. 中国饲料, 2008(7):18-20
- [15] 王中华, 李福昌, 冯仰廉, 等. 不同瘤胃乙、丙酸比例对绵羊丙酸糖异生和葡萄糖周转速度的影响[J]. 动物营养学报, 2000(2):32-34
- [16] 李胜利, 冯仰廉, 莫放, 等. 瘤胃灌注不同比例的混合 VFA 对肉牛血液相关代谢指标影响规律的研究[J]. 动物营养学报, 1998, 10(2):16-21
- [17] Shaw L, Engel P C. The suicide inactivation of ox liver short-chain acyl-CoA dehydrogenase by propionyl-CoA[J]. Biochem J, 1985, 230(3):723-731