

丙酸镁对西门塔尔牛豆粕营养物质瘤胃降解率的影响

蒋桂梅 刘 强 罗 雄

摘 要 选用4头年龄3.5岁、体况良好、体重500 kg的中国西门塔尔牛阉牛。采用4×4拉丁方设计,研究日粮添加丙酸镁(100 g/d)、丙酸(87 g/d)和氧化镁(24 g/d)对豆粕干物质(DM)、有机物质(OM)和粗蛋白质(CP)瘤胃降解率的影响。结果表明:日粮中添加丙酸镁、丙酸和氧化镁后对豆粕DM、OM和CP瘤胃有效降解率(P)无显著影响(P>0.05);丙酸镁组豆粕DM和OM快速降解部分(a)较对照组和丙酸组显著提高(P<0.05),丙酸镁组豆粕CP快速降解部分(a)较对照组和氧化镁组显著提高(P<0.05);丙酸组豆粕CP慢速降解部分(b)较对照组和氧化镁组显著降低(P<0.05),氧化镁组豆粕CP慢速降解部分(b)较丙酸镁组显著提高(P<0.05);丙酸组豆粕CP的降解常数(c)较对照组和丙酸镁组显著提高(P<0.05)。丙酸镁提高了豆粕营养物质的瘤胃快速降解部分,但对有效降解率无显著影响。

关键词 丙酸镁; 丙酸; 氧化镁; 瘤胃降解率

中图分类号 S823

丙酸镁是一种人工合成的有机酸镁。早在1981年Hamada就对丙酸镁在治疗奶牛自发性酮病中的作用进行了研究[1]。Hamada等(1982)发现给三丁酸甘油酯处理的奶牛瘤胃中灌注丙酸盐能抵抗由三丁酸甘油酯引起的低血糖和高酮血症,灌注后血浆葡萄糖浓度提高,酮体浓度降低,且丙酸镁比丙酸钠更有效[2]。丙酸镁作为一种丙酸盐,除了通常为人们所知的在饲料中的防腐作用外,还能作为一种很好的补充丙酸和镁的添加剂,同时也在治疗奶牛酮病及防治低镁血症中有重要作用。国内对丙酸钙、丙酸钠、丙酸钾等的研究较多,而对丙酸镁的生产几乎没有,主要靠进口,研究也甚少;国外对丙酸镁的研究日益增多,其作用也逐渐受到重视。丙酸镁为白色或黄色粉末,流动性好,100 g/l水中的pH值为8.0~10.0,能预防奶牛因缺乏能量和镁而引起的疾病。丙酸镁具有一定的代谢能,为19.95 MJ/kg左右,同时还可增加镁元素,改善饲料原料的消化率。本试验以玉米青贮和混合精料为日粮,研究丙酸镁对西门塔尔牛阉牛豆粕营养物质瘤胃降解率的影响,为生产实践提供理论依据。

1 材料与方

1.1 试验动物及试验设计

选用4头装有永久性瘤胃瘘管、年龄3.5岁、体况良好、体重500 kg的西门塔尔牛阉牛,采用4×4拉丁方设计,对照组饲喂基础日粮(由精料和玉米青贮组成),3个处理组分别在基础日粮中添加丙酸镁100 g/d、丙酸87 g/d或氧化镁24 g/d。试验分为4个阶段,每阶段预试期10 d,试验期10 d。

1.2 试验日粮及饲养管理

基础日粮组成和营养水平见表1。试验牛每日7:00和19:00饲喂两次,1.3倍维持饲养水平,单槽饲养,专人负责,采取先精后粗的饲喂顺序,自由饮水。试验所用丙酸镁由德国埃克尔博士有限公司提供。

表1 试验基础日粮组成和营养水平(%DM)

日粮组成	含量(%)	营养水平	
玉米青贮	66.50	综合净能 [MJ/kg]	6.54
玉米	20.10	粗蛋白质(%)	10.74
豆粕	5.36	中性洗涤纤维(%)	56.51
苜蓿饼	6.70	酸性洗涤纤维(%)	35.59
石粉	0.33	钙(%)	0.75
食盐	0.34	磷(%)	0.52
预混料 ^①	0.67		

注:① 预混料向每千克日粮提供VA 3 000 IU、VD₃ 1 200 IU、VE 15 IU、Fe 30 mg、Zn 30 mg、Mn 40 mg、I 0.25 mg、Se 0.3 mg、Co 0.1 mg;

② 综合净能是根据营养需要和饲养标准^③计算而来,其它成分为实测值。



1.3 样品采集与分析测定

用瘤胃尼龙袋法[4]测定豆粕营养物质的瘤胃降解率。准确称取 4.0 g 样品，装入尼龙袋，扎紧袋口，于晨饲后 2 h 投入瘤胃腹囊 50 cm 处，每头牛放 10 个袋，分别于 4、8、12、24、48 h 取出两个袋，立即用水冲洗至水液完全澄清为止，在 65 ℃ 烘至恒重。测定降解前后样品干物质(DM)、有机物(OM)和粗蛋白(CP)含量[5]。

1.4 数据处理及统计分析

饲料在瘤胃中不同时间 DM、OM 和 CP 消失率按照如下公式计算： $A = (B - C) / B \times 100\%$ ，

式中：A——待测饲料的养分瘤胃消失率（%）；

B——待测饲料降解前养分含量（g）；

C——待测饲料降解后养分含量（g）。

应用 Orskov 和 McDonald（1979）提出的数学指数模型 $dp = a - b(1 - e^{-ct})$ 来确定降解常数（a、b 和 c）[6]。

根据公式 $P = a + bc / (c + k)$ 计算饲料养分的有效降解率（P），式中：a——快速降解部分（%）；

b——慢速降解部分（%），

c——b 的降解速率常数（/h）；

t——瘤胃中滞留时间（h）；

k——瘤胃营养物质外流速度（实测值 0.057 9/h）。

试验数据应用 SPSS10.0 统计分析软件的 One-way-ANOVA 进行方差分析，差异显著时采用 Duncan's 方法对各组间平均数进行多重比较，以 $P < 0.01$ （差异极显著）和 $P < 0.05$ （差异显著）作为差异显著性判断标准。试验结果以平均数 ± 标准误来表示。

2 结果与分析

2.1 日粮添加丙酸镁对豆粕干物质瘤胃降解率的影响（见表 2）

表 2 日粮添加丙酸镁对西门塔尔牛豆粕 DM 瘤胃降解率的影响（%）

项目	对照组	丙酸镁组	丙酸组	氧化镁组
4 h	30.99±1.14 ^a	35.74±2.04 ^b	31.75±1.52 ^a	33.45±1.12 ^a
8 h	39.81±1.24 ^a	43.26±2.82 ^b	42.06±2.43 ^b	41.60±1.93 ^b
12 h	47.12±1.83 ^a	49.60±3.24 ^b	50.14±2.88 ^b	48.53±2.39 ^b
24 h	62.59±3.71 ^a	63.37±3.07 ^b	65.55±2.44 ^b	63.78±2.43 ^b
48 h	77.47±1.13 ^a	77.44±0.56 ^a	77.56±0.79 ^a	79.56±0.76 ^a
a[%]	20.34±2.81 ^a	26.78±1.04 ^b	18.54±1.50 ^a	23.82±0.52 ^a
b[%]	67.87±5.52 ^a	62.54±6.37 ^a	64.58±2.27 ^a	68.39±4.53 ^a
c[/h]	0.044±0.01 ^a	0.041±0.01 ^a	0.059±0.01 ^b	0.039±0.01 ^a
P[%]	49.64±0.75 ^a	52.71±2.25 ^b	51.14±1.72 ^a	51.35±1.54 ^a

注：同行肩注不同小写字母表示差异显著（ $P < 0.05$ ），下表同。

由表 2 可见，各组豆粕 DM 瘤胃有效降解率（P）、慢速降解部分（b）和降解常数（c）差异均不显著（ $P > 0.05$ ）。丙酸镁组快速降解部分（a）较对照组和丙酸组显著提高（ $P < 0.05$ ），但与氧化镁组差异不显著（ $P > 0.05$ ）。瘤胃有效降解率（P）虽然差异不显著，但丙酸镁组较对照、丙酸和氧化镁组分别提高了 6.18%、3.07% 和 2.65%。

2.2 日粮添加丙酸镁对豆粕有机物瘤胃降解率的影响（见表 3）



表3 日粮添加丙酸镁对西门塔尔牛豆粕
OM 瘤胃降解率的影响(%)

项目	对照组	丙酸镁组	丙酸组	氧化镁组
4 h	28.80±1.20 ^a	33.86±2.15 ^b	29.28±1.56 ^a	31.90±1.29 ^a
8 h	37.88±1.29 ^a	41.55±2.91 ^b	40.02±2.50 ^a	40.03±2.01 ^a
12 h	45.44±1.87 ^a	48.06±3.31 ^b	48.43±2.98 ^a	46.98±2.42 ^a
24 h	61.47±2.18 ^a	62.27±3.12 ^b	64.48±2.53 ^a	62.48±2.42 ^a
48 h	76.98±1.15 ^a	76.92±0.59 ^a	76.96±0.81 ^a	78.92±0.81 ^a
a[%]	17.85±2.86 ^a	24.73±1.20 ^b	15.51±1.61 ^a	22.37±0.59 ^a
b[%]	70.32±5.61 ^a	64.63±6.54 ^a	67.21±2.31 ^a	70.25±4.84 ^a
c[1/h]	0.044±0.01 ^a	0.040±0.01 ^a	0.059±0.01 ^a	0.038±0.01 ^a
P[%]	47.36±0.79 ^a	51.14±2.32 ^b	49.43±1.77 ^a	50.21±1.62 ^a

由表3可见,各组豆粕OM瘤胃有效降解率(P)、慢速降解部分(b)和降解常数(c)差异均不显著(P>0.05)。丙酸镁组快速降解部分(a)较对照和丙酸组显著提高(P<0.05),但与氧化镁组差异不显著(P>0.05)。瘤胃有效降解率(P)虽然差异不显著,但丙酸镁组较对照、丙酸和氧化镁组分别提高了7.98%、3.46%和1.85%。

2.3 日粮添加丙酸镁对豆粕CP瘤胃降解率的影响(见表4)

表4 日粮添加丙酸镁对西门塔尔牛豆粕
CP 瘤胃降解率的影响(%)

项目	对照组	丙酸镁组	丙酸组	氧化镁组
4 h	19.52±2.49 ^a	28.44±3.51 ^b	25.61±1.53 ^a	19.38±3.14 ^a
8 h	28.37±1.90 ^a	35.48±3.41 ^b	36.73±2.51 ^b	30.13±2.66 ^a
12 h	36.23±1.47 ^a	41.76±3.27 ^b	45.58±3.04 ^b	39.44±2.27 ^a
24 h	54.94±1.04 ^a	56.89±2.62 ^a	62.89±2.70 ^b	60.56±1.47 ^a
48 h	77.30±1.17 ^a	75.50±0.90 ^a	77.08±0.79 ^a	83.26±0.72 ^b
a[%]	9.57±3.27 ^a	20.56±3.59 ^b	11.56±1.71 ^a	6.99±3.73 ^a
b[%]	89.83±3.43 ^a	75.64±6.72 ^b	72.74±2.80 ^b	93.01±3.73 ^a
c[1/h]	0.029±0.002 ^a	0.028±0.004 ^a	0.055±0.01 ^b	0.036±0.0007 ^a
P[%]	39.55±1.38 ^a	45.22±2.82 ^b	47.00±1.81 ^b	42.65±2.17 ^b

由表4可见:豆粕CP快速降解部分(a)丙酸镁组较对照和氧化镁组显著提高(P<0.05),但与丙酸组差异不显著(P>0.05)。慢速降解部分(b)丙酸组较对照和氧化镁组显著降低(P<0.05),氧化镁组较丙酸和丙酸镁组显著提高(P<0.05)。降解常数(c)丙酸组较对照和丙酸镁组显著提高(P<0.05),但与氧化镁组差异不显著(P>0.05)。瘤胃有效降解率(P)各组差异不显著(P>0.05),丙酸镁组较对照组提高了14.34%。

3 讨论

丙酸镁进入动物机体后,分解为丙酸和镁离子,丙酸是反刍动物最主要的生糖物质,90%的丙酸在肝脏转化为葡萄糖,少量在肾脏转化为葡萄糖[7]。丙酸可以降低瘤胃的pH值,改善胃肠道内微生物区系,抑制有害菌生长,促进有益菌增殖,减缓胃的排空速度,促进营养消化吸收,而且能直接参与体内代谢,提高营养物质消化率[8]。瘤胃发酵生成的丙酸量较高,但在吸收过程中约有50%在瘤胃上皮细胞中被代谢或生成乳酸而损失掉,不能满足动物所需。丙酸的添加对反刍动物有重要的意义。而镁是多种酶的激活剂,是细胞内液主要的阳离子。Wilson报道镁的缺乏会降低营养物质消化率并导致动物的生产性能下降[9]。Ammerman等研究发现,镁的添加可使饲料采食量显著提高,而镁缺乏采食量降低,甚至使食欲完全丧失,且纤维素消化减少[10]。本试验以玉米青贮和混合精料为基础日粮,添加丙酸镁、丙酸和氧化镁后,对豆粕DM、OM和CP瘤胃有效降解率(P)无显著影响。豆粕DM和OM的快速降解部分(a)丙酸镁组较对照和丙酸组显著提高;慢速降解部分(b)丙酸镁组较其它处理组低,但瘤胃有效降解率(P)较其它处理组高。豆粕CP的快速降解部分(a)丙酸镁组较对照和氧化镁组显著提高,而慢速降解部分(b)较对照和氧化镁组降低,但瘤胃有效降解率(P)较对照和氧化镁组提高。这可能是由于丙酸镁能有效调节瘤胃pH值,使牛有一个较好的瘤胃内环境,或是丙酸镁提高了蛋白分解菌的活力,使豆粕营养物质的有效降解率提高。而慢速降解部分(b)降低可能是豆粕CP在瘤胃中降解的量减少,产生的氨被细菌利用合成微生物蛋白,而使得蛋



白的过瘤胃部分较丙酸组和氧化镁组多，这样丙酸镁组既增加了微生物蛋白的含量又提高了部分过瘤胃蛋白含量，从而提高了蛋白的利用效率。

4 结论

在以玉米青贮和混合精料为基础的日粮中添加丙酸镁、丙酸和氧化镁，豆粕 DM 和 OM 快速降解部分较对照和丙酸组显著提高。豆粕 CP 的快速降解部分丙酸镁组较对照和氧化镁组显著提高，而慢速降解部分（b）较氧化镁组显著降低，但瘤胃有效降解率较对照组提高 14.34%。丙酸镁提高了豆粕营养物质的瘤胃快速降解部分，但对有效降解率无显著影响。

参考文献

- [1] Hamada T, Ishii T, Taguchi S. Blood changes of spontaneously ketotic cows before and four hours after administration of glucose, xylitol, 1,2-propanediol, or magnesium propionate[J]. Journal of Dairy Science, 1982, 65:1509-1513.
- [2] Hamada T, Hodate K, Matsumoto M, et al. Counteractive effects of propionate or 1,2-propanediol against hypoglycemia and ketonemia of tributyrin-treated cows[J]. Journal of Dairy Science, 1984, 67:1452-1456.
- [3] 冯仰廉. 动物营养需要和饲养标准[M]. 北京: 北京农业大学出版社, 2000.
- [4] 冯仰廉. 反刍动物营养学[M]. 北京: 科学出版社, 2004:575-576.
- [5] 杨胜. 饲料分析及饲料质量检测技术[M]. 北京: 北京农业大学出版社, 1996: 171-172.
- [6] Orskov E R, McDonald I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage[J]. Journal of Agricultural Science, 1979, 92: 499-503.
- [7] Bergman E N. Dynamic biochemistry of animal production[A]. World Animal Science[C]. A3, Amsterdam: Elsevier,1983:173-196.
- [8] 庞学东,唐海翠,庄苏,等. 有机酸对反刍动物营养的应用研究[J]. 乳业科学与技术, 2006 (3): 130-132.
- [9] Wilson C L, Ritchie N S. The dietary availability of calcined magnesites to ruminants[J]. Journal of Food Agricultural Science, 1981 (32):993-994.
- [10] Ammerman C B, Chicco C F, Moore J E, et al. Effect of dietary magnesium on voluntary feed intake and rumen fermentations. Journal of dairy science, 1971, 54 (9) : 1288-1293.

（编辑：张学智，mengzai007@163.com）

蒋桂梅，山西农业大学动物科技学院，030801，山西太谷。

刘强(通讯作者)、罗雄，单位及通讯地址同第一作者。

收稿日期：2009-01-27

