

低蛋白日粮中添加液体蛋氨酸羟基类似物对断奶仔猪生长性能及肠道的影响

张锦秀^{1,2*}, 邝声耀^{1,2}, 唐凌^{1,2}, 张纯^{1,2}

(1.四川省畜牧科学院动物营养研究所, 四川成都 610066;

2.四川省饲料科技研发中心, 四川成都 610066)

摘要: 本试验旨在研究液体蛋氨酸羟基类似物(LMA)对断奶仔猪生长性能及肠道的影响,并评价其营养效应和酸化剂效应。选择(28±3)d杜长大(DLY)断奶仔猪120头,平均分为5个处理,每个处理6个重复,各处理分别饲喂高蛋白(21%CP)日粮及添加0.10%DL-蛋氨酸(DLM)和0.12%、0.24%、0.36%LMA的低蛋白(18%CP)日粮,试验期4周。结果表明:与21%CP组相比,18%CP组采食量显著增加($P<0.05$),腹泻率降低30%以上;随LMA添加量提高,日增重、采食量和结肠丙酸、丁酸含量增加;0.24%LMA组腹泻率、饲料增重比、结肠大肠杆菌和沙门氏菌数量最低,小肠绒毛高度/隐窝深度比值及结肠乳酸杆菌数量最高。说明LMA具有营养效应和酸化剂效应,在CP为18%的断奶仔猪日粮中LMA适宜添加量是0.24%。

关键词: 蛋氨酸羟基类似物;生长;肠道;断奶仔猪

中图分类号: S828.5

文献标识码: B

文章编号: 0258-7033(2009)19-0039-04

蛋氨酸是常用猪、禽饲料中的第二和第一限制性氨基酸,通常需要额外添加。尤其近年来,随着优质蛋白原料资源的日益紧缺和环保压力的日益增大,低蛋白日粮的应用逐渐被认可,从而蛋氨酸在饲料中的使用也更加普遍。目前,饲料中使用的合成蛋氨酸主要有粉状DL-蛋氨酸(DLM)、液体蛋氨酸羟基类似物(liquid methionine hydroxy analogue, LMA)和羟基蛋氨酸钙等。其中,LMA化学名2-羟基-4-甲硫基丁酸,是蛋氨酸(Met)氨基被羟基取代后的产物,在动物体内可转化成液体蛋氨酸(L-Met)参与机体代谢。酸化剂是目前应用比较普遍的一种绿色饲料添加剂,近年来的研究和实践已证明多种有机酸对畜禽均具有酸化剂的抑菌促生长作用^[1-3]。由于LMA在作为蛋氨酸前体物质的同时,也是一种有机酸,pH值为1~2,酸度系数(pKa)为3.60,具有较强的酸性,因此可望具有酸化剂功效,而目前关于LMA的酸化剂效应报道甚少。因此,本试验拟通过考察低蛋白日粮中添加LMA对断奶仔猪生长性能及肠道的影响,评价LMA的营养效应和酸化剂效应。

1 材料与方 法

1.1 试验设计及试验动物 采用单因子试验设计。

收稿日期: 2009-03-19; 修回日期: 2009-04-21

作者简介: 张锦秀(1972-),女,博士研究生

* 通讯作者

选择健康的(28±3)d杜长大(DLY)断奶仔猪120头,平均体重(8.52±0.17)kg,随机分为5个处理,每个处理6个重复,每个重复4头猪,各处理分别饲喂高蛋白日粮(21%CP)及添加0.10%DLM和0.12%、0.24%、0.36%LMA的低蛋白日粮(18%CP)。

1.2 试验日粮及饲养管理 试验日粮配方及主要营养成分见表1。试验日粮采用玉米-豆粕型粉料,主要营养指标设计参照中国瘦肉型猪饲养标准(NY/T 65-2004)^[4]。高蛋白日粮的蛋白质水平按需要量设计,低蛋白日粮的蛋白质水平在需要量基础上降低3%。DLM和LMA(Sumimet L)由日本住友化学株氏会社提供,DLM纯度99%,Sumimet L含LMA游离酸88%。试验料配制过程中,先将LMA喷雾到10kg经粉碎的豆粕进行预混合,然后再从小料口投入混合机与其他原料一起搅拌,从而保证LMA得以均匀混合。

试验仔猪饲养在同一栋猪舍内,预试1周后开始正式试验,试验期4周。试验期间仔猪自由采食、自由饮水,饲养管理和免疫接种按常规程序进行。

1.3 测定指标及方法 记录各重复日采食量,每2周称量1次猪只空腹重,计算各处理平均日采食量、日增重和饲料增重比;每日记录猪只健康状况和腹泻情况,腹泻率以试验期间各处理腹泻仔猪头次占该处理仔猪总头次的百分比表示^[2]。

试验结束称重后,每重复选择中等体重仔猪1

表1 试验日粮配方及营养成分

| 项目 | 处理 | | | | |
|----------------------------|--------|----------|----------|----------|----------|
| | 21%CP | 0.10%DLM | 0.12%LMA | 0.24%LMA | 0.36%LMA |
| 组成% | | | | | |
| 玉米 | 54.69 | 62.58 | 62.58 | 62.58 | 62.58 |
| 豆粕 | 21.00 | 13.00 | 13.00 | 13.00 | 13.00 |
| 鱼粉 | 4.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 |
| 玉米淀粉 | 0.00 | 0.26 | 0.24 | 0.12 | 0.00 |
| 碳酸钙 | 0.75 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 |
| 磷酸氢钙 | 1.30 | 1.50 | 1.50 | 1.50 | 1.50 |
| 赖氨酸盐酸盐 | 0.20 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 |
| DLM | 0.05 | 0.10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| LMA | 0.00 | 0.00 | 0.12 | 0.24 | 0.36 |
| 苏氨酸 | 0.04 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 |
| 色氨酸 | 0.00 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 |
| 其他 ^① | 17.97 | 17.97 | 17.97 | 17.97 | 17.97 |
| 合计 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| 营养成分 | | | | | |
| 消化能/(MJ·kg ⁻¹) | 14.15 | 14.13 | 14.13 | 14.13 | 14.10 |
| 粗蛋白/% | 20.89 | 17.77 | 17.65 | 17.70 | 17.62 |
| 粗脂肪/% | 3.37 | 3.48 | 3.52 | 3.40 | 3.45 |
| 钙/% | 0.85 | 0.83 | 0.80 | 0.83 | 0.82 |
| 总磷/% | 0.68 | 0.67 | 0.65 | 0.64 | 0.65 |
| 有效磷/% | 0.45 | 0.45 | 0.45 | 0.45 | 0.45 |
| 赖氨酸/% | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 |
| 蛋氨酸/% | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.50 | 0.60 |
| 苏氨酸/% | 0.88 | 0.88 | 0.88 | 0.88 | 0.88 |
| 色氨酸/% | 0.26 | 0.24 | 0.24 | 0.24 | 0.24 |

注:①包括次粉6%、大豆浓缩蛋白5%、乳糖5%、大豆油1%、食盐0.2%、氯化胆碱0.1%、微量元素预混剂0.50%、维生素预混剂0.04%、抗氧喹0.03%、防霉剂0.1%

头,麻醉后心脏放血处死,剖开腹腔分离十二指肠、空肠、回肠和结肠;分别自十二指肠(离胃幽门5 cm处)、空肠(离十二指肠5 cm处)和回肠(离回盲口5 cm处)取3~4 cm肠段2份,用生理盐水冲洗干净后浸入10%甲醛固定液,按常规程序制作组织切片,观察黏膜状态并用测微尺测定绒毛高度、宽度和隐窝深度;无菌操作在各屠宰猪只结肠中部取内容物6份,菌群计数和短链脂肪酸(SCFA)测定各3份,每

份约5 g,放入消毒容器,菌群计数样品立即于4℃下运回实验室直接计数,其余样品-20℃保存用于测定SCFA(挥发性脂肪酸,包括乙酸、丙酸、丁酸)。菌群计数采用10倍稀释法稀释样品和常规微生物平板菌落计数法测定菌群数量,大肠杆菌、沙门氏菌和乳酸杆菌培养分别用EMB、SS和MRS培养基,结果用每克肠道内容物中细菌个数的常用对数(logC-FU/g)表示;SCFA待测样品经前处理后采用高效液相色谱测定。

1.4 统计分析 采用SPSS12.0软件中One-Way ANOVA程序进行单因素方差分析,用Duncan氏法对差异显著指标做多重比较,显著性水平设为 $P < 0.05$,结果以平均值±标准差表示。

2 结果与分析

2.1 低蛋白日粮和LMA对断奶仔猪生长性能及腹泻的影响 从表2可见,0.10%DLM组、0.12%LMA组与21%CP组相比,日增重、饲料增重比无显著差异($P > 0.05$),0.10%DLM组和0.12%LMA组采食量增加,腹泻率明显降低,且0.12%LMA组采食量显著高于21%CP组($P < 0.05$);LMA组与DLM组相比,日增重、采食量和饲料增重比无显著差异($P > 0.05$),但LMA组日增重和采食量有提高的趋势,且0.24%LMA组饲料增重比和腹泻率明显低于DLM组。

2.2 低蛋白日粮和LMA对断奶仔猪小肠黏膜形态的影响 从表3可见,0.10%DLM组、0.12%LMA组与21%CP组相比,十二指肠、空肠和回肠绒毛高度及绒毛高度/隐窝深度无显著差异($P > 0.05$),但0.10%DLM、0.12%LMA组十二指肠和回肠绒毛高度/隐窝深度有升高趋势;LMA组与DLM组相比,十二指肠、空肠和回肠绒毛高度及绒毛高度/隐窝深度、十二指肠和回肠隐窝深度无显著差异($P > 0.05$),但0.24%LMA组十二指肠、空肠和回肠绒毛高度/隐窝深度比值最高。

2.3 LMA对断奶仔猪结肠内容物菌群数量和SCFA

表2 低蛋白日粮和LMA对断奶仔猪生长性能及腹泻的影响

| 处理 | 初重/kg | 平均日增重/g | 平均日采食量/g | 饲料增重比 | 腹泻率/% |
|----------|------------------------|---------------------------|---------------------------|------------------------|-------|
| 21%CP | 8.46±0.12 ^a | 295.00±28.11 ^a | 512.65±7.83 ^b | 1.75±0.14 ^a | 8.55 |
| 0.10%DLM | 8.52±0.14 ^a | 288.33±27.87 ^a | 524.65±7.84 ^{ab} | 1.83±0.16 ^a | 5.27 |
| 0.12%LMA | 8.58±0.28 ^a | 296.67±32.04 ^a | 526.16±16.36 ^a | 1.78±0.15 ^a | 5.67 |
| 0.24%LMA | 8.48±0.10 ^a | 306.67±22.51 ^a | 531.39±8.51 ^a | 1.73±0.11 ^a | 3.68 |
| 0.36%LMA | 8.56±0.15 ^a | 311.67±54.92 ^a | 533.87±9.17 ^a | 1.77±0.34 ^a | 5.57 |

注:同列数据肩标不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)

表3 低蛋白日粮和 LMA 对断奶仔猪小肠黏膜形态的影响

| 处理 | 21%CP | 0.10%DLM | 0.12%LMA | 0.24%LMA | 0.36%LMA |
|---------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 十二指肠 | | | | | |
| 绒毛高度/ μm | 225.72 \pm 16.16 ^a | 226.08 \pm 26.83 ^a | 224.31 \pm 26.40 ^a | 254.67 \pm 5.22 ^a | 254.59 \pm 30.19 ^a |
| 隐窝深度/ μm | 326.97 \pm 53.33 ^a | 286.63 \pm 23.48 ^a | 318.67 \pm 31.81 ^a | 290.94 \pm 34.76 ^a | 316.78 \pm 21.56 ^a |
| 绒毛高/隐窝深度 | 0.69 \pm 0.12 ^b | 0.79 \pm 0.06 ^{ab} | 0.71 \pm 0.08 ^b | 0.88 \pm 0.09 ^a | 0.80 \pm 0.09 ^{ab} |
| 空肠 | | | | | |
| 绒毛高度/ μm | 221.57 \pm 21.02 ^a | 254.91 \pm 43.35 ^a | 207.52 \pm 27.94 ^a | 227.27 \pm 33.91 ^a | 241.77 \pm 18.63 ^a |
| 隐窝深度/ μm | 275.95 \pm 23.41 ^{ab} | 285.36 \pm 25.30 ^a | 272.20 \pm 14.08 ^{ab} | 248.13 \pm 24.65 ^b | 270.92 \pm 19.91 ^{ab} |
| 绒毛高/隐窝深度 | 0.80 \pm 0.07 ^a | 0.90 \pm 0.20 ^a | 0.76 \pm 0.07 ^a | 0.92 \pm 0.15 ^a | 0.90 \pm 0.12 ^a |
| 回肠 | | | | | |
| 绒毛高度/ μm | 200.05 \pm 38.01 ^a | 208.33 \pm 21.88 ^a | 192.35 \pm 41.76 ^a | 208.32 \pm 30.86 ^a | 214.69 \pm 17.59 ^a |
| 隐窝深度/ μm | 246.20 \pm 6.50 ^a | 234.70 \pm 17.37 ^{ab} | 205.05 \pm 22.09 ^b | 215.66 \pm 22.58 ^{ab} | 233.43 \pm 37.70 ^{ab} |
| 绒毛高/隐窝深度 | 0.81 \pm 0.15 ^a | 0.89 \pm 0.13 ^a | 0.93 \pm 0.13 ^a | 0.97 \pm 0.12 ^a | 0.92 \pm 0.18 ^a |

注: 同行数据肩标不同小写字母表示差异显著 ($P < 0.05$)。下表同

表4 LMA 对断奶仔猪结肠内容物菌群数量和 SCFA 含量的影响

| 处理 | 21%CP | 0.10%DLM | 0.12%LMA | 0.24%LMA | 0.36%LMA |
|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| 菌群数量/(logCFU·g ⁻¹) | | | | | |
| 大肠杆菌 | 7.724 \pm 0.547 ^a | 7.730 \pm 0.476 ^a | 7.613 \pm 0.645 ^a | 7.586 \pm 0.341 ^a | 7.624 \pm 0.685 ^a |
| 乳酸杆菌 | 8.561 \pm 0.329 ^b | 8.809 \pm 0.477 ^{ab} | 8.768 \pm 0.573 ^{ab} | 9.005 \pm 0.326 ^a | 8.831 \pm 0.613 ^{ab} |
| 沙门氏菌 | 6.232 \pm 0.523 ^a | 6.101 \pm 0.495 ^a | 6.078 \pm 0.782 ^a | 5.986 \pm 0.631 ^a | 6.157 \pm 0.602 ^a |
| SCFA 含量/(mg·g ⁻¹) | | | | | |
| 乙酸 | 3.783 \pm 0.531 ^a | 4.045 \pm 1.098 ^a | 3.965 \pm 0.640 ^a | 3.696 \pm 0.794 ^a | 3.665 \pm 0.760 ^a |
| 丙酸 | 2.329 \pm 0.748 ^{bc} | 1.708 \pm 1.157 ^c | 1.825 \pm 0.553 ^c | 2.620 \pm 0.711 ^b | 4.161 \pm 1.317 ^a |
| 丁酸 | 0.990 \pm 0.309 ^b | 1.173 \pm 0.360 ^{ab} | 1.441 \pm 0.739 ^a | 1.507 \pm 0.776 ^a | 1.527 \pm 0.617 ^a |
| SCFA 总量 | 7.102 \pm 0.955 ^{bc} | 6.925 \pm 1.579 ^c | 7.231 \pm 1.501 ^{bc} | 7.823 \pm 0.967 ^b | 9.353 \pm 1.822 ^a |

含量的影响 从表4可见,LMA组与DLM组相比,大肠杆菌、乳酸杆菌、沙门氏菌数量差异不显著($P > 0.05$),但0.24%LMA组乳酸杆菌数量明显增加,大肠杆菌和沙门氏菌数量明显减少;同时,LMA组与DLM组相比,乙酸、丁酸含量差异不显著($P > 0.05$),但LMA组乙酸含量降低,丙酸和丁酸含量增加,且0.24%和0.36%LMA组丙酸含量和SCFA总量(乙酸+丙酸+丁酸)显著高于DLM组($P < 0.05$)。

3 讨论

3.1 低蛋白日粮和 LMA 对断奶仔猪生长性能及腹泻的影响 近年来研究表明,通过添加合成氨基酸可适当降低猪、禽日粮的蛋白水平而不影响正常生长成绩,并且对于节约优质蛋白资源、降低环境污染和健康养殖具有重要意义^[5]。本试验结果显示,0.10%DLM组、0.12%LMA组与21%CP组相比,日增重、饲料增重比无显著差异($P > 0.05$),而0.10%DLM组和0.12%LMA组采食量增加,腹泻率分别降低38%和

34%,说明在赖、蛋、苏、色氨酸平衡的条件下,断奶仔猪日粮的粗蛋白水平可从21%降至18%,以利于提高采食量和控制腹泻,与谯仕彦等^[5]综述的许多低蛋白日粮降低仔猪腹泻率的研究结果一致。

NRC(1998)《猪营养需要》中明确指出,等摩尔的DL-蛋氨酸与DL-蛋氨酸羟基类似物对仔猪具有相同的蛋氨酸活性^[6]。本试验中,0.12%LMA组与0.10%DLM组相比,日增重、采食量、饲料增重比差异不显著($P > 0.05$),且0.12%LMA组略优于0.10%DLM组,说明LMA对于断奶仔猪的蛋氨酸活性不低于等摩尔的DLM,与王之盛等^[7]在仔猪中的相关研究结果比较一致。同时本试验结果显示,随着LMA添加量提高,日增重和采食量呈增加趋势,而0.24%LMA组饲料增重比和腹泻率最低,分别比0.10%DLM组降低5%和30%,说明低蛋白日粮中添加LMA有利于断奶仔猪生长性能和腹泻状况的改善,与王之盛等^[7]的研究报道相似;同时,本试验结果还说明,在日粮粗蛋白水平为18%的条件下,LMA

添加量为 0.24% 时饲料报酬最高, 腹泻率最低。

3.2 低蛋白日粮和 LMA 对断奶仔猪小肠黏膜形态的影响 小肠是营养物质消化吸收的主要部位, 小肠黏膜形态的正常是保证消化吸收功能正常发挥的生理学基础。绒毛高度/隐窝深度比值是通常用于反映肠道黏膜功能状态的重要指标, 比值下降表明黏膜受损, 消化吸收功能下降, 比值上升则表明消化吸收功能增强。现有研究表明, 小肠黏膜受损是导致断奶仔猪腹泻的重要原因之一, 而酸化剂的使用有助于小肠黏膜结构的改善^[1-8]。本试验结果显示, 与 21%CP 组相比, 除 0.12%LMA 组空肠绒毛高度/隐窝深度外, 所有低蛋白日粮组十二指肠、空肠和回肠绒毛高度/隐窝深度比值均有所提高, 且 0.24%LMA 组比值最高, 与低蛋白日粮组腹泻率低于 21%CP 组和 0.24%LMA 组腹泻率最低的结果吻合。由此说明, 低蛋白日粮和 LMA 的适量添加有助于改善小肠黏膜形态和降低腹泻率, 即 LMA 具有酸化剂的功效。

3.3 LMA 对断奶仔猪结肠菌群和 SCFA 的影响 肠道中大肠杆菌等有害菌增加和乳酸杆菌等有益菌减少是断奶仔猪发生腹泻的又一重要原因。现有研究表明, 日粮中添加酸化剂有助于仔猪消化道微生物区系结构的优化和平衡, 而有机酸作为饲料酸化剂能通过降低肠道和细菌体内 pH 值而抑制有害细菌生长, 同时也为有益菌群创造适宜环境而促进其生长^[1,3]。体外试验结果表明, LMA 对于大肠杆菌、沙门氏菌等有害细菌有明显的抑制作用^[7,9]。本试验中, 与 DLM 组相比, LMA 组大肠杆菌数量减少, 0.12%和 0.24%LMA 组沙门氏菌数量减少, 0.24%和 0.36%LMA 组乳酸杆菌数量增加, 且 0.24%LMA 组变化最明显, 与 0.24%LMA 组腹泻率最低的结果吻合, 且与王之盛等^[7]和马鑫等^[9]的 LMA 体外抑菌试验结果类似。由此说明, 低蛋白日粮中添加适量 LMA 有助于断奶仔猪结肠微生物区系结构的优化, 能通过抑制有害菌群和促进有益菌群生长而降低腹泻率, 即 LMA 具有酸化剂功效。

仔猪消化道特别是大肠中的大量微生物能发酵碳水化合物而产生多种 SCFA, 其中以乙酸、丙酸和丁酸为主, 这些 SCFA 对于维护仔猪后肠健康起着

重要作用, 尤其丁酸是结肠黏膜重要的营养素。SCFA 的产生受底物、微生物等多种因素影响, 肠道菌群数量的减少会导致 SCFA 产生减少, 而另一方面 SCFA 对菌群也有直接作用, 可提高动物对病原微生物的抵御能力^[10]。本试验中, 随 LMA 添加量提高, 丙酸、丁酸含量及乙、丙、丁酸总量逐渐增加, 且高剂量组丙酸含量和 SCFA 总量显著高于 DLM 组 ($P < 0.05$), 说明低蛋白日粮中添加适量 LMA 有助于维护断奶仔猪的结肠健康。

4 结论

综上所述, 断奶仔猪日粮 CP 水平可从 21%降至 18%以利于提高采食量和控制腹泻; LMA 对断奶仔猪的营养效应不低于等摩尔的 DLM; LMA 具有改善小肠黏膜形态、优化结肠微生物区系从而降低腹泻率和促进生长的酸化剂效应; 在 CP 为 18%的断奶仔猪日粮中, LMA 的适宜添加量为 0.24%。

参考文献:

- [1] 林映才, 陈建新, 蒋宗勇, 等. 复合酸化剂对早期断奶仔猪生产性能、血清生化指标、肠道形态和微生物区系的影响[J]. 养猪, 2001, (1):13-16.
- [2] 冷向军, 王康宁, 杨凤, 等. 酸化剂对早期断奶仔猪胃酸分泌、消化酶活性和肠道微生物的影响[J]. 动物营养学报, 2002, 14(4):44-48.
- [3] 秦圣涛, 张宏福, 唐湘, 等. 酸化剂主要生理功能和复合酸选配依据[J]. 动物营养学报, 2007, 19(suppl):515-520.
- [4] 中华人民共和国农业行业标准 NY/T 65-2004 猪饲养标准[M]. 北京:中华人民共和国农业部, 2004.
- [5] 焦仕彦, 岳隆耀. 近 20 年仔猪低蛋白日粮研究小结[J]. 饲料与畜牧, 2007, (12):7-10.
- [6] NRC. Nutrient Requirement of Swine (9th ed.)[M]. Washington: National Research Council, National Academy Press, 1998.
- [7] 王之盛, 崔芹, 刘永刚, 等. 蛋氨酸羟基类似物的抑菌和酸化剂效果研究[J]. 中国畜牧杂志, 2006, 42(13):20-23.
- [8] 郭雪峰, 边连全, 付亮亮, 等. 酸化剂对早期断奶仔猪胃肠道 pH 和肠黏膜形态结构的影响[J]. 养猪, 2006, (6): 4-6.
- [9] 马鑫, 马秋刚, 计成, 等. 蛋氨酸羟基类似物和有机酸化剂对主要肠道病原菌体外抑菌效果的比较[J]. 动物营养学报, 2008, 20(2): 238-241.
- [10] 王子花, 申瑞玲, 李文全. 短链脂肪酸的产生及作用[J]. 畜牧兽医科技信息, 2007, (02):12-13.