

三丁酸甘油酯对断奶仔猪生长性能、肠道结构和血液生化指标的影响

杨 玲

(武汉泛华生物技术有限公司,湖北武汉 430023)

摘 要:试验考察了三丁酸甘油酯对 21 日龄断奶仔猪的应用效果。试验选用来源一致和体重相近的杜长大断奶仔猪 144 头,随机分为 3 个处理组,每组设 4 个重复(栏),分别饲喂基础日粮(对照组)、在基础日粮中分别添加了 0.08%和 0.15%的三丁酸甘油酯的日粮(试验组、试验组)。试验期 28 d。试验结束后每个重复选择体重一致的仔猪前腔静脉采血并屠宰取肠道,观测肠道结构。结果表明:①对生长性能的影响。与对照组相比,整个试验期间,添加 0.08%三丁酸甘油酯可以改善日增重 5.79%,降低料重比 3.31%,减少腹泻发生率 32.48%($P<0.05$);添加 0.15%三丁酸甘油酯可以提高平均日增重 10.24%,降低料重比 6.62%,减少仔猪腹泻发生率 49.36%($P<0.05$)。②对肠道结构的影响。十二指肠段,与对照组相比,添加 0.15%三丁酸甘油酯可提高绒毛高度 16.20%,绒毛高度/隐窝深度比值提高 23.36%($P<0.05$)。空肠段,与对照组相比,添加 0.08%、0.15%三丁酸甘油酯绒毛高度分别提高 9.84%和 18.89%,隐窝深度分别降低 7.96%和 8.49%,绒毛高度/隐窝深度比值分别提高 19.85 和 30.15%($P<0.05$)。与添加 0.08%三丁酸甘油酯相比,添加 0.15%三丁酸甘油酯绒毛高度显著增加 8.24%($P<0.05$)。回肠段,与对照组相比,添加 0.08%、0.15%三丁酸甘油酯绒毛高度分别增加 11.68%和 20.63%($P<0.05$),隐窝深度分别降低 10.16%和 9.96%($P<0.05$),绒毛高度/隐窝深度比值分别提高 23.88%和 33.58%($P<0.05$)。与 0.08%三丁酸甘油酯组相比,添加 0.15%三丁酸甘油酯绒毛高度显著增加 8.02%($P<0.05$)。③对血液生化指标的影响。与对照组相比,两试验组尿素氮、总蛋白、球蛋白均有所提高,丙氨酸转氨酶、天门冬氨酸转氨酶、碱性磷酸酶有所降低,但均未达到显著水平。

关键词:三丁酸甘油酯;断奶仔猪;生长性能;肠道结构;血液指标

中图分类号:S816.15

文献标识码:A

文章编号:1001-991X(2012)S1-0046-04

动物体肠道发育及肠道健康对动物体生长性能的重要性已经逐步被人们所认识。现代营养生理学研究表明,肠黏膜的发育与成熟状况是制约幼畜快速生长的关键因素。三丁酸甘油酯能快速为肠黏膜细胞提供能量,促进肠黏膜的发育与成熟,修复各种应激引起的肠黏膜损伤,进而可以改善动物肠道健康、控制腹泻及提高生产性能。本试验以断奶仔猪为试验对象,目的为验证三丁酸甘油酯的功效,为合理使用三

丁酸甘油酯提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

三丁酸甘油酯由武汉泛华生物技术有限公司提供,含三丁酸甘油酯 $\geq 45\%$ 。

1.2 试验动物及饲养管理

试验选用 21 d 一次性断奶、体重相近的杜洛克 $\times$ 长白 $\times$ 大约克三元杂种仔猪 144 头,按照体重、性别一致性原则随机分为 3 组,即对照组、试验组和试验组,每组 4 个重复(栏),每个重复 12 头仔猪。断奶前进行 3 d 预试,断奶后转入保育舍。

试验在武汉市新农源畜牧有限公司进行,试验管理按猪场常规管理进行,猪舍内气温 20~30℃,栏舍采用漏缝地板,猪只自由采食,自由饮水,每天清洗猪栏

作者简介:杨玲,硕士,研究方向为动物营养与饲料添加剂的研发。

收稿日期:2012-01-12

基金项目:国家农业科技成果转化项目[2010GB2D100299]

一次,猪舍每周喷雾消毒 1 次,日常观察试验猪只生长、采食、粪便情况,准确记录投料量、舍温、腹泻情况。

1.3 试验日粮

对照组为基础日粮,试验组日粮在基础日粮中分别添加 0.08%、0.15%的三丁酸甘油酯。为保证日粮的平衡性,用玉米淀粉填充。对照组日粮配方和营养水平见表 1。

表 1 日粮组成和营养水平

原料组成	含量(%)	营养水平	
玉米	52.16	猪消化能(MJ/kg)	14.42
去皮豆粕	12.0	粗蛋白(%)	20.5
代乳粉	8.0	赖氨酸(%)	1.4
膨化大豆	8.0	蛋+胱氨酸(%)	0.98
葡萄糖	5.0	苏氨酸(%)	0.98
蒸汽鱼粉	5.0	色氨酸(%)	0.23
大豆浓缩蛋白	4.0	有效磷(%)	0.46
豆油	0.96	钙(%)	0.74
磷酸氢钙	0.89	盐(%)	0.65
石粉	0.4		
预混料	2.0		
酸化剂	0.3		
盐	0.45		
赖氨酸	0.2		
蛋氨酸	0.3		
苏氨酸	0.19		
防霉剂	0.15		

注:预混料为每千克日粮提供铁 150 mg、铜 200 mg、锰 60 mg、锌 120 mg、碘 0.5 mg、硒 0.3 mg、VA 10 800 IU、VD₃ 4 000 IU、VE 60 IU、VK₃ 4 mg、硫酸素 6 mg、核黄素 12 mg、吡哆醇 6 mg、氰钴胺素 0.05 mg、生物素 0.2 mg、叶酸 2 mg、烟酸 50 mg、泛酸钙 25 mg。

1.4 测定指标及方法

1.4.1 生长性能

试验期间,观察每天仔猪健康状况,统计每天仔猪的采食量和粪便情况(以粪便不成形,且在肛门处可见明显的干粪或稀粪黏附为腹泻)。在试验的第 14、28 d 晚 8 点停止喂料,并于次日早上 5 点断水,早上 8 点空腹称重,计算平均日增重、平均日采食量、料重比和腹泻率。

1.4.2 肠道结构

生长试验结束时,每个处理组各选择一头体重接近的猪,剖开腹腔,取出小肠,分离出十二指肠、空肠和回肠,在十二指肠远端、空肠中端和回肠中端分别截取 5 cm 肠段。

肠段经冰冻生理盐水轻轻冲洗后用滤纸吸干水分,浸入到 10%的中性福尔马林溶液中固定,72 h 后取出。将固定的样本经冲洗、脱水、透明、浸蜡、包埋等

处理后切片,每段纵切各 6 张,厚度为 5 μm,苏木精-伊红染色,中性树胶封固。参照 Frankel 等的方法观察测定,每张切片选取 10 根最长,且走向平直、伸展良好的绒毛,采用 HPIAS-1000 高清晰度彩色病理图文分析系统作定量分析,测量其绒毛高度及与之相连的隐窝深度(VH)、绒毛宽度(CD),并计算绒毛高度与隐窝深度之比值(VH/CD, VCR)。各指标取平均数作为测定数据。

1.4.3 血液生化指标

生长试验结束末清晨,空腹称重后每处理组随机选取 4 头(每栏 1 头),前腔静脉采血 10 ml,静置 15 min,3 000 r/min 离心 10 min,分离血清,-20 ℃保存待测。样品采用日立 7020 全自动生化分析仪测定下列指标:尿素氮(BUN)、总蛋白(TP)、球蛋白(GLO)、丙氨酸转氨酶(ALT)、天门冬氨酸转氨酶(AST)和碱性磷酸酶(AKP)。

1.5 数据处理

试验结果用平均值±标准差表示,采用 SPSS13.0 软件进行数据分析和统计,先对数据作单因素方差分析(ANOVA),若处理间差异显著,再用 Duncan's 作多重比较,显著水平为 P<0.05。

2 结果与分析

2.1 三丁酸甘油酯对断奶仔猪生长性能的影响(见表 2)

表 2 三丁酸甘油酯对断奶仔猪生长性能的影响

项目	对照组	试验组	试验组
断奶后 1~14 d			
初始重(kg)	6.32±0.42	6.31±0.38	6.31±0.41
末重(kg)	9.16±0.38	9.23±0.29	9.36±0.22
ADG(g/d)	202.86±12.37	208.57±13.77	217.21±13.10
ADFI(g/d)	271.83±6.29	273.22±7.12	278.02±8.84
F/G	1.34±0.16	1.31±0.15	1.28±0.18
腹泻率(%)	8.62±0.96 ^b	7.23±0.65 ^{ab}	6.01±0.72 ^a
断奶后 15~28 d			
末重(kg)	14.23±0.63	14.67±0.56	15.03±0.57
ADG(g/d)	362.21±13.36 ^b	388.58±12.23 ^{ab}	405.21±14.91 ^a
ADFI(g/d)	579.53±16.78	598.41±18.42	599.71±20.74
F/G	1.60±0.03 ^b	1.54±0.04 ^{ab}	1.48±0.04 ^a
腹泻率(%)	3.95±0.55 ^{bb}	2.12±0.48A ^{ba}	1.02±0.53 ^{ba}
断奶后 1~28 d			
ADG(g/d)	282.50±5.37 ^b	298.86±4.63 ^{ab}	311.42±3.25 ^a
ADFI(g/d)	425.68±8.64	435.82±10.34	438.87±12.70
F/G	1.51±0.09 ^b	1.46±0.08 ^{ab}	1.41±0.08 ^a
腹泻率(%)	5.45±0.78 ^b	3.68±0.67 ^a	2.76±0.63 ^a

注:同行数据肩注不同大写字母表示差异极显著(P<0.01),不同小写字母表示差异显著(P<0.05),同行数据无肩注或同行数据肩注字母相同者表示差异不显著(P>0.05)。下表同。

由表 2 可知,断奶后 1~14 d 内,添加 0.08%三丁

酸甘油酯可以提高平均日增重 2.81% ,对平均日采食量影响不明显 ,对料重比影响不明显 ,减少腹泻发生率 16.13% ,但是各组数据差异不显著($P>0.05$) ;添加 0.15%三丁酸甘油酯可提高平均日增重 7.07% ,对平均日采食量影响不明显 ,降低料重比 4.48% ,减少腹泻发生率 30.28%($P<0.05$)。

由表 2 可知 ,在断奶后第 15~28 d ,添加 0.08%三丁酸甘油酯与对照组相比提高平均日增重 7.28% ,采食量增加 3.26% ,料重比降低 3.75% ,显著减少腹泻率 46.33%($P<0.05$) ;添加 0.15%三丁酸甘油酯与对照组相比显著提高平均日增重 11.87%($P<0.05$) ,平均采食量增加 3.48% ,料重比显著降低 7.50%($P<0.05$) ,极显著降低腹泻率 74.18%($P<0.01$)。

由表 2 可知 ,从整个试验期间的统计来看 ,添加 0.08%三丁酸甘油酯可以改善日增重 5.79% ,降低料重比 3.31% ,显著减少腹泻发生率 32.48%($P<0.05$) ;添加 0.15%三丁酸甘油酯可以显著提高平均日增重 10.24%($P<0.05$) ,显著降低料重比 6.62%($P<0.05$) ,显著减少仔猪腹泻发生率 49.36%($P<0.05$)。

2.2 三丁酸甘油酯对断奶仔猪肠道结构的影响(见表 3)

表 3 28 d 试验结束时三丁酸甘油酯对断奶仔猪肠道结构的影响

项目	对照组	试验 组	试验 组
十二指肠			
VH(μm)	306.67 $\pm$ 7.63 ^b	327.34 $\pm$ 6.96 ^{ab}	356.35 $\pm$ 7.26 ^a
CD(μm)	224.42 $\pm$ 5.43	212.15 $\pm$ 5.21	210.85 $\pm$ 4.97
VCR	1.37 $\pm$ 0.35 ^b	1.54 $\pm$ 0.37 ^{ab}	1.69 $\pm$ 0.31 ^a
空肠			
VH(μm)	301.51 $\pm$ 6.14 ^c	331.18 $\pm$ 6.72 ^b	358.47 $\pm$ 5.97 ^a
CD(μm)	221.35 $\pm$ 5.34 ^b	203.73 $\pm$ 4.98 ^a	202.56 $\pm$ 5.12 ^a
VCR	1.36 $\pm$ 0.38 ^b	1.63 $\pm$ 0.34 ^a	1.77 $\pm$ 0.36 ^c
回肠			
VH(μm)	298.67 $\pm$ 6.25 ^c	333.54 $\pm$ 6.71 ^b	360.29 $\pm$ 6.29 ^a
CD(μm)	223.69 $\pm$ 5.78 ^b	200.96 $\pm$ 5.12 ^a	201.42 $\pm$ 5.65 ^a
VCR	1.34 $\pm$ 0.39 ^b	1.66 $\pm$ 0.31 ^a	1.79 $\pm$ 0.33 ^a

由表 3 可知 ,十二指肠段 ,与对照组相比 ,添加 0.08%三丁酸甘油酯各组数据差异不显著 ;与对照组相比 ,添加 0.15%三丁酸甘油酯可显著提高绒毛高度(VH)16.20%($P<0.05$) ,绒毛高度/隐窝深度比值(VCR)显著提高 23.36%($P<0.05$)。

空肠段 ,与对照组相比 ,添加 0.08%、0.15%三丁酸甘油酯绒毛高度分别提高 9.84%($P<0.05$) 和 18.89%($P<0.05$) ,隐窝深度分别降低 7.96%($P<0.05$)和 8.49%($P<0.05$) ,绒毛高度/隐窝深度比值分别提高 19.85%($P<0.05$)和 30.15%($P<0.05$)。与添加 0.08%三丁酸甘油

酯相比 ,添加 0.15%三丁酸甘油酯绒毛高度显著增加 8.24%($P<0.05$)。

回肠段 ,与对照组相比 ,添加 0.08%、0.15%三丁酸甘油酯绒毛高度分别显著增加 11.68%($P<0.05$)和 20.63%($P<0.05$) ,隐窝深度分别显著降低 10.16%($P<0.05$)和 9.96%($P<0.05$) ,绒毛高度/隐窝深度比值分别显著提高 23.88%($P<0.05$)和 33.58%($P<0.05$)。与添加 0.08%三丁酸甘油酯相比 ,添加 0.15%三丁酸甘油酯绒毛高度显著增加 8.02%($P<0.05$)。

2.3 三丁酸甘油酯对断奶仔猪血液生化指标的影响(见表4)

表 4 三丁酸甘油酯对断奶仔猪血液生化指标的影响

项目	对照组	试验 组	试验 组
尿素氮(mmol/l)	3.45 $\pm$ 0.13	3.56 $\pm$ 0.43	3.53 $\pm$ 0.33
总蛋白(g/l)	45.03 $\pm$ 4.10	45.83 $\pm$ 4.92	45.89 $\pm$ 4.35
球蛋白(g/l)	12.53 $\pm$ 2.50	13.07 $\pm$ 1.10	13.21 $\pm$ 1.38
球蛋白/总蛋白	0.28 $\pm$ 0.05	0.29 $\pm$ 0.04	0.29 $\pm$ 0.04
丙氨酸转氨酶(U/l)	44.03 $\pm$ 9.35	43.33 $\pm$ 8.33	43.18 $\pm$ 8.36
天门冬氨酸转氨酶(U/l)	70.66 $\pm$ 16.50	70.33 $\pm$ 8.39	70.21 $\pm$ 8.56
碱性磷酸酶(U/l)	300 $\pm$ 97.53	268.67 $\pm$ 89.61	256.35 $\pm$ 90.32

由表 4 可知 ,与对照组相比 ,添加 0.08%、0.15%三丁酸甘油酯 ,碱性磷酸酶分别降低了 10.44%和 14.55% ,但均未达到显著水平 ;与对照组相比 ,两试验组尿素氮、总蛋白、球蛋白均有所提高 ,丙氨酸转氨酶、天门冬氨酸转氨酶有所降低 ,但均未达到显著性水平。

3 讨论

3.1 三丁酸甘油酯对断奶仔猪生长性能的影响

大量研究表明 ,仔猪断奶后会出现一系列应激反应 ,如绒毛萎缩、隐窝深度增加、生长迟缓、腹泻率剧增等(Hornich 等 ,1973 ;Gay 等 ,1976;Kenworthy ,1976 ;Hampson,1986 ;Miller 等 ,1986;Cera 等,1988 ;Kelly 等,1990)。本试验研究表明 ,添加 0.08%和 0.15%三丁酸甘油酯 ,具有提高断奶仔猪平均日增重、平均日采食量、降低料重比的效果 ,尤其添加 0.15%三丁酸甘油酯降低腹泻率效果更为明显 ,这与王建民等(2009)报道的结果类似。其原因可能是三丁酸甘油酯具有提高营养物质消化率的作用(Hou 等 ,2006 ;刘统等 ,2011)。

3.2 三丁酸甘油酯对断奶仔猪肠道结构的影响

韩正康(1993)指出 ,小肠是消化道内营养物质吸收和转运的主要部位 ,吸收是小肠绒毛的主要功能 ,肠腺则具有分泌能力 ,所以动物小肠黏膜结构的良好状态是养分消化吸收和动物正常生长的生理学基础。

绒毛高度与隐窝深度反映了肠道的功能状况。绒毛高度与绒毛上皮成熟细胞数量呈显著相关,只有成熟的绒毛上皮细胞才具有养分吸收功能。Hampson(1986)认为,隐窝深度增加表明绒毛上皮成熟细胞减少。绒毛高度/隐窝深度的比值常常可以说明小肠上皮细胞更新代谢程度,可综合反映小肠的功能状态。比值下降表示消化吸收功能下降,常伴随腹泻的发生。比值上升,消化吸收功能增强,腹泻率下降。

本试验通过观察断奶仔猪肠道结构,结果表明添加0.08%和0.15%三丁酸甘油酯,空肠和回肠段绒毛高度、隐窝深度、绒毛高度与隐窝深度比值均变化显著。这进一步说明添加三丁酸甘油酯可以在一定程度上促进小肠黏膜的发育,增强小肠的消化吸收功能,降低断奶仔猪腹泻率。这与三丁酸甘油酯的作用机理有关,三丁酸甘油酯是由丁酸和甘油酯化而成,在胰脂肪酶的作用下,三丁酸甘油酯分解为两分子丁酸和一分子丁酸甘油一酯,丁酸能快速为肠黏膜细胞提供能量,修复各种应激引起的肠黏膜损伤;而丁酸甘油一酯能够直达后肠,在后肠微生物的作用下发挥功效,三丁酸甘油酯从而可以贯穿整个肠道,全面防护肠道健康(Piva, 2002)。

3.3 三丁酸甘油酯对断奶仔猪血液生化指标的影响

尿素是仔猪含氮物质代谢的主要终产物。许多以健康仔猪进行营养代谢的研究均把血清尿素氮作为反映动物体内蛋白质代谢和日粮氨基酸平衡状况的较为准确的指标(Borg等,1987)。从本试验的结果看,对照组尿素氮略有降低,这可能是由于断奶应激,平均采食量下降,摄入总氮降低引起的。

仔猪的血清蛋白(TP)是机体蛋白质的一个来源,用于修补组织和提供能量。球蛋白(GLO)来源于浆细胞的分泌,能反映仔猪的抵抗力。本试验两试验组总蛋白与球蛋白均有所提高,说明添加三丁酸甘油酯能提高断奶仔猪免疫力。

仔猪断奶引起的实质性器官组织细胞膜损伤、膜内功能膜的释放会导致相应酶活性升高。从本试验的结果来看,两试验组丙氨酸转氨酶、天门冬氨酸转氨酶、碱性磷酸酶的活性均有所降低,这说明添加三丁酸甘油酯有利于保护肠道健康,减轻断奶应激引起的肠黏膜损伤。

4 结论

添加三丁酸甘油酯可以提高断奶仔猪生长性能、改善肠道结构和降低腹泻发生率。其中,添加0.15%

三丁酸甘油酯效果更为显著。

参考文献

- [1] 韩正康.家畜营养生理学[M].北京:农业出版社.1993.
- [2] Cera K R., D. C. Mahan, R. F. Cross, et al. Effect of age, weaning and postweaning diet on small intestinal growth and jejunal morphology in young swine[J]. J Anim. Sci., 1988,66:574-584.
- [3] Gay C C, I. K. Barker, P. Moore. Changes in piglet intestinal villous structure and intestinal enzyme activity associated with weaning[J]. In: Proceedings of the IVth IPVS Congress (Ed. W. E. Brandt, R. D. Glock, D. L. Harris, N. E. Hutton and A. D. Lennon). College of Veterinary Medicine. Iowa State University. Ames. IA. USA. 1976.
- [4] Gunnar Borg, Peter Hassmén, Monica Lagerstr. Perceived exertion related to heart rate and blood lactate during arm and leg exercise [J]. European journal of applied physiology and occupational physiology, 1987, 6: 679-685.
- [5] Hampson D J. Attempts to modify changes in the piglet small intestine after weaning[J]. Res. Vet. Sci., 1986, 40: 313-317.
- [6] Hornich M, E. Salajka, L. Ulmann, et al. Enteric Escherichia coli infections. Morphological findings in the intestinal mucosa of healthy and diseased piglets[J]. Vet. Pathol., 1973, 10: 484-500.
- [7] Kelly D, J. A. Smyth, K. J. McCracken. Effect of creep feeding on structural and functional changes of the gut of early weaned pigs[J]. Res. Vet. Sci., 1990, 48: 350-356.
- [8] Kenworthy R. Observations on the effects of weaning in the young pig. Clinical and histopathological studies of intestinal function and morphology[J]. Res. Vet. Sci., 1976, 21: 69-75.
- [9] Miller B G, P. S. James, M. W. Smith et al. Effect of weaning on the capacity of pig intestinal villi to digest and absorb nutrient[J]. Agric. Sci., Cambridge, 1986, 107: 579-589.
- [10] Piva A, Prandini A, Fiorentini L, Morlacchini M, Galvano F, Luchansky J B. Tributyrin and lactitol synergistically enhanced the trophic status of the intestinal mucosa and reduced histamine levels in the gut of nursery pigs[J]. J. Anim. Sci., 2002, 80: 670-680.
- [11] 王建民, 付红营, 耿勋. 短链脂肪酸在仔猪日粮中的应用研究[J]. 饲料广角, 2009(6): 24-25, 29.
- [12] Y. Q. Hou, Y. L. Liu, J. Hu, et al. Effects of Lactitol and Tributyrin on Growth Performance, Small Intestinal Morphology and Enzyme Activity in Weaned Pigs [J]. Asian-Aust. J. Anim. Sci., 2006, 19(10): 1470-1477.
- [13] 刘统, 黄兴国, 朱广宁. 丁酸甘油酯对断奶仔猪生长性能影响的研究[J]. 饲料工业, 2011, 32(22): 39-41.