

丁酸梭菌、凝结芽孢杆菌和酿酒酵母发酵物对断奶仔猪生长性能、血清生化指标及肠道发育的影响

崔锦,刘升辉,朱宽佑,徐秋良
(河南牧业经济学院,河南郑州450046)

摘要:旨在研究丁酸梭菌、凝结芽孢杆菌和酿酒酵母发酵物对断奶仔猪生长性能、血清生化指标和肠道发育的影响。选取(21±2)日龄的健康大×长二元杂交仔猪80头,分成4组,每组20头,公母各半。对照组饲喂基础日粮,试验组分别在基础日粮中添加丁酸梭菌(20 g/t)、凝结芽孢杆菌(50 g/t)、酿酒酵母发酵物(5000 g/t)。日粮添加凝结芽孢杆菌可提高母猪的日增重($P<0.05$)。日粮添加丁酸梭菌、凝结芽孢杆菌、酿酒酵母发酵物极显著提高断奶仔猪血清尿素(UREA)的含量($P<0.01$),且日粮添加酿酒酵母发酵物显著提高断奶仔猪血清葡萄糖(GLU)的含量($P<0.05$)。日粮添加丁酸梭菌、凝结芽孢杆菌、酿酒酵母发酵物显著提高空肠绒毛高度($P<0.05$)。酿酒酵母组的空肠绒毛高度/隐窝深度显著高于对照组、丁酸梭菌组和凝结芽孢杆菌组($P<0.05$)。日粮添加丁酸梭菌、凝结芽孢杆菌、酿酒酵母发酵物显著提高回肠绒毛高度($P<0.05$)。由试验结果可知,日粮添加丁酸梭菌、凝结芽孢杆菌、酿酒酵母发酵物可能促进断奶仔猪肠细胞的成熟,提升肠道吸收营养物质的能力。

关键词:丁酸梭菌;凝结芽孢杆菌;酿酒酵母发酵物;断奶仔猪;生长性能;血清生化指标;肠道发育

中图分类号:S816.7 文献标识码:A 文章编号:2096-2975(2021)03-0005-04

Effects of *Clostridium butyricum*, *Bacillus coagulans* and *Saccharomyces cerevisiae* fermentation on growth performance, serum biochemical indexes and intestinal maturation of weaned piglets

CUI Jin, LIU Shenghui, ZHU Kuanyou, XU Qiuliang
(Henan University of Animal Husbandry and Economy, Zhengzhou Henan 450046)

Abstract: This study was conducted to investigate the effects of *Clostridium butyricum*, *Bacillus coagulans* and *Saccharomyces cerevisiae* fermentation on growth performance, serum biochemical indexes and intestinal maturation of weaned piglets. Eighty healthy Yorkshire × Landrace piglets at the age of (21±2) days old were randomly divided into 4 groups, 20 piglets in each group, half male and half female. The control groups were fed with the basic diet, while the test groups were fed with the basic diet supplemented with *Clostridium butyricum* (20 g/t), *Bacillus coagulans* (50g/t) or *Saccharomyces cerevisiae* fermentation (5000 g/t). The adding *Bacillus coagulans* to the diet increased the daily gain of weaned female piglets ($P<0.05$). The addition of *Clostridium butyricum*, *Bacillus coagulans* or *Saccharomyces cerevisiae* fermentation extremely significantly increased the serum urea (UREA) content of weaned piglets ($P<0.01$), and the addition of *Saccharomyces*

收稿日期:2021-07-23

作者简介:崔锦(1978—),女,河南淮滨人,实验师,硕士。

通信作者:徐秋良(1971—),男,江西万年人,副教授,博士。

©1994-2021, China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

cerevisiae fermentation significantly increased the serum glucose (GLU) content of weaned piglets ($P<0.05$). The addition of *Clostridium butyricum*, *Bacillus coagulans* or *Saccharomyces cerevisiae* fermentation significantly increased the height of jejunal villus ($P<0.05$), and the jejunal villus height / recess depth in *Saccharomyces cerevisiae* fermentation group was higher than that in control group, *Clostridium butyricum* group and *Bacillus coagulans* group ($P<0.05$). The addition of *Clostridium butyricum*, *Bacillus coagulans* or *Saccharomyces cerevisiae* fermentation significantly increased the height of ileal villus ($P<0.05$). The test results showed that the addition of *Clostridium butyricum*, *Bacillus coagulans* or *Saccharomyces cerevisiae* fermentation in the diet may promote the maturation of intestinal cells of weaned piglets and improve the ability of intestinal absorption of nutrients.

Key words: *Clostridium butyricum*; *Bacillus coagulans*; *Saccharomyces cerevisiae* fermentation; weaned piglets; growth performance; serum biochemical indexes; intestinal maturation

畜牧生产对抗生素的使用要求日益严格,无抗养殖受到空前关注,畜牧研究者越来越重视抗生素替代品的研发。微生态制剂作为一类绿色安全、无副作用的饲料添加剂,被认为是抗生素的最佳替代品。丁酸梭菌、凝结芽孢杆菌能形成内生芽孢,具有较好的耐胃酸、耐胆盐和耐高温等抗逆性,成为目前主要的外源微生态制剂^[1-2]。酿酒酵母培养物能够促进动物生长。本试验探究丁酸梭菌、凝结芽孢杆菌和酿酒酵母发酵物对断奶仔猪生长性能、血清生化指标和肠道发育的影响,为断奶仔猪无抗日粮的研发提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 试验动物 本试验所用长×大二元杂交仔猪来自河南省正阳种猪场繁育三场。

1.1.2 饲料添加剂 本试验所用的丁酸梭菌(3×10^9 CFU/g)、凝结芽孢杆菌(5×10^9 CFU/g)、酿酒酵母发酵物等添加剂均由校企合作企业惠赠。酿酒酵母发酵物的底物是玉米、豆粕、玉米蛋白粉等,发酵产物主要成分:粗蛋白 $\geq 20\%$ 、粗灰分 $\leq 7\%$ 、水分 $\leq 12\%$ 、甘露聚糖 $\geq 0.1\%$ 。

1.2 试验设计

本试验一共选取了80头断奶仔猪,分成I、II、III、IV组,每组20头猪,公母各半。I组(对照组)饲喂基础日粮,II组(丁酸梭菌组)在基础日粮中添加丁酸梭菌20 g/t,III组(凝结芽孢杆菌组)在基础日粮中添加凝结芽孢杆菌50 g/t,IV组(酿酒酵母发

酵物组)在基础日粮中添加酿酒酵母发酵物5000 g/t。试验共35天,7天预饲期,28天试验期。试验在同一栋保育舍内进行,仔猪的饲养管理按照猪场原有的程序进行。自由采食与饮水,每天7:00、12:00、17:00、20:00喂料。

1.3 试验相关指标

1.3.1 生长性能指标 日增重:试验开始时称量每头猪的体质量,试验结束后再称量每头猪的体质量,计算平均日增重。饲料转化率:猪体质量增加量除以饲料消耗量。

1.3.2 血清生化指标 屠宰前一天中午投完料后不再投料,充足饮水,第二日上午屠宰。屠宰当天每组选取3头体质量接近平均体质量的仔猪进行屠宰,采取颈动脉放血的屠宰方式。屠宰后立刻采集血样,并用生物冰袋盒保存。采集回肠、空肠中段肠管约3 cm,立刻放入液氮罐保存。委托郑州颐和医院测定血清总蛋白、白蛋白、球蛋白、尿素和葡萄糖等生化指标。

1.3.3 肠道结构 取空肠、回肠约1 cm,在0.9% NaCl溶液中轻轻漂洗,去除肠道内容物后置于4%多聚甲醛中固定,用苏木精-伊红染色,参照组织病理切片的制作流程制作切片。显微镜观察,刻盘,最后用麦克奥迪数字切片管理系统拍照,借助Motic Images Plus测量绒毛高度和隐窝深度。

1.3.4 试验数据的统计分析 试验数据先用Excel 2010初步整理,整理后用SAS 9.3.1统计软件进行单因素方差分析。 $P<0.01$ 表示差异极显著, $P<0.05$ 表示差异显著。

2 结果

2.1 三种添加剂对断奶仔猪生长性能的影响

由表 1 可知,与对照组相比,日粮添加丁酸梭菌、凝结芽孢杆菌、酿酒酵母发酵物不影响公猪的日增重($P>0.05$),各试验组公猪的日增重也无差别

($P>0.05$)。与对照组相比,日粮添加凝结芽孢杆菌提高母猪的日增重($P<0.05$)。与对照组相比,日粮添加丁酸梭菌、凝结芽孢杆菌、酿酒酵母发酵物不影响猪的饲料转化率($P>0.05$),各试验组的饲料转化率也无差别($P>0.05$)。

表 1 丁酸梭菌、凝结芽孢杆菌、酿酒酵母发酵物对断奶仔猪生长性能的影响

组别	对照组	丁酸梭菌组	凝结芽孢杆菌组	酿酒酵母发酵物组
日增重(公)/kg	0.42±0.04 ^a	0.46±0.10 ^a	0.46±0.06 ^a	0.45±0.10 ^a
日增重(母)/kg	0.38±0.07 ^a	0.42±0.09 ^{ab}	0.47±0.05 ^b	0.41±0.10 ^{ab}
饲料转化率	0.60±0.06 ^a	0.64±0.09 ^a	0.62±0.06 ^a	0.62±0.09 ^a

注:同行数据肩标不同小写字母表示差异显著($P<0.05$),肩标相同字母表示差异不显著($P>0.05$)

2.2 三种添加剂对断奶仔猪血清生化指标的影响

由表 2 可知,与对照组相比,日粮添加丁酸梭菌、凝结芽孢杆菌、酿酒酵母发酵物不影响断奶仔猪血清白蛋白(ALB)、球蛋白(GLB)和总蛋白(TP)的含量($P>0.05$),各试验组断奶仔猪血清白蛋白(ALB)、球蛋白(GLB)和总蛋白(TP)的含量也无差别($P>0.05$)。与对照组相比,日粮添加丁酸梭菌、

凝结芽孢杆菌、酿酒酵母发酵物极显著提高断奶仔猪血清尿素(UREA)的含量($P<0.01$),但各试验组断奶仔猪血清尿素(UREA)的含量无差别($P>0.05$)。与对照组相比,日粮添加酿酒酵母发酵物显著提高断奶仔猪血清葡萄糖(GLU)的含量($P<0.05$)。

表 2 饲料添加丁酸梭菌、凝结芽孢杆菌和酿酒酵母发酵物对断奶仔猪血清生化指标的影响

组别	对照组	丁酸梭菌组	凝结芽孢杆菌组	酿酒酵母发酵物组
总蛋白/(g/L)	62.77±4.25 ^a	60.20±4.90 ^a	57.20±6.22 ^a	60.57±3.63 ^a
白蛋白/(g/L)	28.43±1.27 ^a	28.50±2.11 ^a	27.60±5.45 ^a	28.67±1.21 ^a
球蛋白/(g/L)	34.33±3.0 ^a	31.7±4.95 ^a	29.60±1.21 ^a	31.90±2.6 ^a
血清尿素/(mmol/L)	2.76±0.67 ^A	6.24±0.92 ^B	5.24±0.52 ^B	5.57±1.11 ^B
血清葡萄糖/(mmol/L)	0.88±0.4 ^a	1.68±0.72 ^{ab}	1.97±0.81 ^{ab}	3.04±0.78 ^b

注:同行数据肩标不同大写字母表示差异极显著($P<0.01$),肩标不同小写字母表示差异显著($P<0.05$),肩标相同字母表示差异不显著($P>0.05$)

2.3 三种添加剂对断奶仔猪肠道发育的影响

由表 3 可知,与对照组相比,日粮添加丁酸梭菌、凝结芽孢杆菌、酿酒酵母发酵物显著提高空肠绒毛高度($P<0.05$),而且丁酸梭菌组、凝结芽孢杆菌组空肠绒毛高度显著高于酿酒酵母发酵物组($P<0.05$)。与对照组相比,日粮添加丁酸梭菌、凝结芽孢杆菌、酿酒酵母发酵物不影响空肠隐窝深度($P>0.05$)。与对照组相比,丁酸梭菌组、凝结芽孢杆菌组的绒毛高度/隐窝深度无变化($P>0.05$),但酿酒

酵母发酵物组的绒毛高度/隐窝深度显著高于对照组、丁酸梭菌组和凝结芽孢杆菌组($P<0.05$)。

与对照组相比,日粮添加丁酸梭菌、凝结芽孢杆菌、酿酒酵母发酵物显著提高回肠绒毛高度($P<0.05$),但各试验组的回肠绒毛高度无差异($P>0.05$)。与对照组相比,日粮添加丁酸梭菌、凝结芽孢杆菌、酿酒酵母发酵物不影响回肠隐窝深度和绒毛高度/隐窝深度($P>0.05$),各试验组回肠隐窝深度和绒毛高度/隐窝深度亦无差异($P>0.05$)。

表 3 饲料添加丁酸梭菌、凝结芽孢杆菌、酿酒酵母发酵物对断奶仔猪肠道结构的影响

组别	对照组	丁酸梭菌组	凝结芽孢杆菌组	酿酒酵母发酵物组
空肠	绒毛高度/ μm	347 \pm 8 ^a	375 \pm 5 ^c	376 \pm 3 ^c
	隐窝深度/ μm	164 \pm 2 ^a	170 \pm 4 ^a	173 \pm 3 ^a
	绒毛高度/隐窝深度	2.12 \pm 0.05 ^a	2.21 \pm 0.03 ^a	2.18 \pm 0.03 ^a
回肠	绒毛高度/ μm	407 \pm 1.4 ^a	457 \pm 4 ^b	462 \pm 5 ^b
	隐窝深度/ μm	208 \pm 14 ^a	219 \pm 3 ^a	226 \pm 2 ^a
	绒毛高度/隐窝深度	1.97 \pm 0.15 ^a	2.08 \pm 0.04 ^a	2.05 \pm 0.01 ^a

注:同行数据肩标不同小写字母表示差异显著($P<0.05$),肩标相同字母表示差异不显著($P>0.05$)

3 讨论

3.1 三种添加剂对断奶仔猪生长性能的影响

动物的日增重是表示其生长性能的重要指标,也是其经济价值的重要体现。Shaona 等^[1]发现在日粮中添加适量的丁酸梭菌显著提高断奶仔猪的日增重和饲料转化率。余冬友等^[2]发现在日粮中添加适量的凝结芽孢杆菌显著提高断奶仔猪的采食量和生长速度。王斌星等^[3]发现在日粮中添加酿酒酵母发酵液能提高仔猪的采食量和日增重,并显著地降低料重比。本研究表明在日粮中添加丁酸梭菌、凝结芽孢杆菌或酿酒酵母发酵物均未提高断奶仔猪的饲料转化率和断奶公仔猪的日增重。与前人试验结果的差异可能是由于饲料形态不一致造成的,以前试验中断奶仔猪用颗粒料,而本试验饲喂的是粉料。

3.2 三种添加剂对断奶仔猪血清生化指标的影响

血液生化指标是反映机体代谢、营养物质吸收利用及组织机能状态的重要指标。血清总蛋白、白蛋白可反映机体的营养状况及蛋白质代谢水平,蛋白质代谢旺盛时血清白蛋白、总蛋白水平增高,有利于畜禽饲料的利用和提高机体营养物质的吸收,降低饲料消耗。血糖水平降低在一定程度上反映机体合成代谢加强。

在日粮中添加丁酸梭菌显著降低动物血液尿素的含量并提高血液白蛋白、球蛋白和总蛋白的含量^[4,5]。王向荣等^[6]发现在日粮中添加凝结芽孢杆菌提高了断奶仔猪血液白蛋白、总蛋白和葡萄糖的含量并降低血液尿素含量。在本试验中,日粮添加丁酸梭菌、凝结芽孢杆菌或酿酒酵母发酵物极显著提高断奶仔猪血清尿素的含量($P<0.01$),但不影响

断奶仔猪血清白蛋白、球蛋白和总蛋白的含量($P>0.05$),日粮中添加酿酒酵母发酵物显著提高血清葡萄糖的含量($P<0.05$)。

3.3 三种添加剂对断奶仔猪肠道发育的影响

小肠绒毛高度和隐窝深度可以反映出小肠细胞的增殖能力和对营养物质的主动吸收能力。刘婷婷等^[7]发现在日粮中添加丁酸梭菌显著提高断奶仔猪的空肠绒毛高度和回肠绒毛高度,降低空肠隐窝深度和回肠隐窝深度。张越等^[8]发现在日粮中添加凝结芽孢杆菌显著提高仔猪的回肠绒毛高度和空肠绒毛高度/隐窝深度,降低空肠隐窝深度。王斌星等^[3]发现在日粮中添加酿酒酵母发酵液能提高断奶仔猪的空肠绒毛高度和回肠绒毛高度,降低空肠和回肠的隐窝深度。结合本试验结果可知,在日粮中添加丁酸梭菌、凝结芽孢杆菌、酿酒酵母发酵物可以提高断奶仔猪空肠绒毛高度、回肠绒毛高度和空肠绒毛高度/隐窝深度,说明在日粮中添加丁酸梭菌、凝结芽孢杆菌、酿酒酵母发酵物可能促进断奶仔猪肠细胞的成熟,提升肠道吸收营养物质的能力。

参考文献:

- [1] 刘韶娜,朱石安,赵彦光,等.丁酸梭菌对滇陆猪断奶仔猪日增重、血清生化免疫和肠道菌群的影响[J].中国饲料,2018(24):49-53.
- [2] 余冬友,胡小波,钟伟,等.饲用凝结芽孢杆菌对断奶仔猪生产性能的影响[J].饲料博览,2017(12):6-10.
- [3] 王斌星,王蜀金,郭春华,等.酿酒酵母发酵液对断奶仔猪生长性能、小肠发育及小肠黏膜免疫功能的影响[J].动物营养学报,2016,28(12):4014-4022.

(下转第 25 页)

- [3] 司智陟.2018 年我国生猪产品贸易及 2019 年展望[J].猪业科学,2019(2):58-59.
- [4] 唐利群,周洁红,刘强.网络舆情视阈下我国猪肉安全态势与政策启示—基于 11418 个猪肉质量安全新闻的分析[J].中国畜牧杂志,2016,52(10):3-8.
- [5] 张长利,沈维政.物联网在农业中的应用[J].东北农业大学学报,2011(5):1-5.
- [6] 王家农.农业物联网技术应用现状和发展趋势研究[J].农业网络信息,2015(9):18-22.
- [7] HWANG J, YOE H. Study of the ubiquitous hog farm system using wireless sensor networks for environmental monitoring and facilities control [J]. Sensors (Basel, Switzerland), 2010.10(12):10752-10777.
- [8] 贾娜.物联网环境下奶牛育种优化浅析[J].吉林畜牧兽医,2018(1):51-52.
- [9] 田健,慕厚春,毕玉革,等.物联网在种猪精细养殖中的应用示范—以内蒙古农业大学科技园为例[J].黑龙江畜牧兽医,2018(6):24-28.
- [10] 何玲,陈长喜.生猪屠宰自动化监管系统的物联网构建[J].江苏农业科学,2017(17):196-199.
- [11] 李克强.政府工作报告(摘登)[N].人民日报,2015-03-06(2).
- [12] ITU Strategy and Policy Unit. ITU Internet Reports 2005: The Internet of Things [R]. Geneva International Telecommunication Union (ITU), 2005.
- [13] 张志明,乔红波,王瑜.基于 RFID 的胴体分割信息系统研究与实现[J].黑龙江畜牧兽医,2018(23):69-72.
- [14] 陈毅红,王锦,贺春林,等.物联网中大规模 RFID 标签盘存方法研究[J].计算机应用研究,2019(02):327-330.
- [15] Liu Y. RFID Technical Principle and Its Application [J]. Journal of the Central University for Nationalities, 2006: 358-361.
- [16] 李诚.猪肉的分级、分割及分割肉加工[J].肉类工业,2003(3):5-7.
- [17] 管小卫,傅伟,蒋道霞.一种改进的分组帧时隙 ALOHA 算法[J].制造业自动化,2014(14):1-4.
- [18] 彭秀媛,白冰,王枫.日光温室环境科学数据监测传感器的布设[J].江苏农业科学,2017(10):167-170.
- [19] 温凯方.基于鸽群算法的传感器优化布置方法研究[D].大连:大连理工大学,2016.

(责任编辑:汪德刚)

(上接第 8 页)

- [4] 杨玲,欧阳富龙,袁旭鹏,等.饲料中添加复合益生菌对断奶仔猪生长性能、粪便微生物及血液生化指标的影响[J].中国饲料,2018(11):49-54.
- [5] 贾聪慧,杨彩梅,曾新福,等.丁酸梭菌对肉鸡生长性能、抗氧化能力、免疫功能和血清生化指标的影响[J].动物营养学报,2016,28(03):908-915.
- [6] 王向荣,蒋桂韬,张旭,等.凝结芽孢杆菌替代日粮抗生素对断奶仔猪生长性能和血清生化指标的影响[J].中国畜牧杂志,2013,49(23):59-63.
- [7] 刘婷婷,张帅,邓斐月,等.谷氨酰胺与丁酸梭菌对断奶仔猪生长性能、免疫功能、小肠形态和肠道菌群的影响[J].动物营养学报,2011,23(06):998-1005.
- [8] 张越.凝结芽孢杆菌对断奶仔猪生长性能、血液指标及肠道形态结构的影响[A].中国畜牧兽医学会动物营养学分会.中国畜牧兽医学会动物营养学分会第十二次动物营养学术研讨会论文集[C].中国畜牧兽医学会动物营养学分会:中国畜牧兽医学会,2016:1.

(责任编辑:刘永祥)