

葡萄糖三丁酸酯对肉鸡生长性能、屠宰性能、血清生化指标及肠道黏膜形态的影响

孙先宇 李振旺 仇晴晴 钟春艳 丛 博 张学峰 李 萌 李陇陇

(黑龙江八一农垦大学动物科技学院,大庆 163319)

摘要: 本试验旨在研究葡萄糖三丁酸酯对肉鸡生长性能、屠宰性能、血清生化指标及肠道黏膜形态的影响。选择健康、体重相近的10日龄雄性爱拔益加(AA)肉鸡160只,随机分为4组,每组4个重复,每个重复10只。空白组饲喂基础饲料,低、中和高剂量组分别在基础饲料中添加0.05%、0.10%和0.20%的葡萄糖三丁酸酯。试验期32d。结果显示:1)15~42日龄时,低、中和高剂量组平均日采食量和平均日增重显著高于空白组($P<0.05$),低、中和高剂量组料重比显著低于空白组($P<0.05$)。2)28日龄时,高剂量组腿肌率显著高于其他各组($P<0.05$);42日龄时,低、中和高剂量组腿肌显著高于空白组($P<0.05$)。3)28日龄时,中和高剂量组血清总蛋白(TP)含量显著高于空白组($P<0.05$),低、中和高剂量组血清白蛋白(ALB)含量显著高于空白组($P<0.05$);42日龄时,中和高剂量组血清TP和ALB含量显著高于空白组($P<0.05$),低、中和高剂量组血清丙氨酸氨基转移酶活性显著低于空白组($P<0.05$),中剂量组血清尿素氮含量显著低于空白组($P<0.05$)。4)高剂量组十二指肠绒毛高度显著高于其他各组($P<0.05$),中、高剂量组十二指肠隐窝深度显著低于空白组($P<0.05$),高剂量组十二指肠绒毛高度/隐窝深度显著高于其他各组($P<0.05$)。中和高剂量组空肠绒毛高度显著高于空白组($P<0.05$),高剂量组空肠绒毛高度/隐窝深度显著高于空白组($P<0.05$)。低、中和高剂量组回肠隐窝深度显著低于空白组($P<0.05$),低和高剂量组回肠绒毛高度/隐窝深度显著高于空白组($P<0.05$)。中剂量组盲肠隐窝深度显著低于其他各组($P<0.05$),中剂量组盲肠绒毛高度/隐窝深度显著高于其他各组($P<0.05$)。综上所述,饲料中添加葡萄糖三丁酸酯可以提高肉鸡的生长性能、屠宰性能,并改善肠道黏膜形态,促进营养物质的吸收。

关键词: 葡萄糖三丁酸酯;生长性能;屠宰性能;血清生化指标;肠道黏膜形态

中图分类号: S816

文献标识码: A

文章编号: 1006-267X(2019)08-3727-09

在畜禽养殖业中,随着抗生素的广泛使用,其危害也逐渐浮出水面。抗生素滥用现象屡见不鲜,不仅使细菌产生耐药性、畜禽免疫力减低,同时还会引起内源性感染和二重感染^[1],其中药物残留严重影响人们的身体健康,因此人们迫切的需要一种较好的抗生素替代产品,因此,环保绿色型的抗生素替代品受到更多关注。酸化剂被认为是潜在的抗生素替代品,其绿色无残留,并可维

护肠道健康^[2]。据相关报道,酸化剂通过降低饲料的pH和缓冲能力,促进有益菌的生长,抑制不良微生物菌群的生长,从而达到改善肠道健康的作用,同时含有有机酸的饮食的缓冲能力降低了有害微生物的繁殖^[3]。

丁酸是短链脂肪酸中重要的一员,是最几年研究比较热门的有机酸。丁酸的主要作用部位在肠道,其在维持肠道健康、提高机体免疫功能、抗

炎等方面发挥着关键作用。但丁酸具刺激性气味,不利于使用和生产保护;且极性大,能够与水混溶,大部分以分子形式经胃、空肠和回肠等消化道吸收,很难达到盲肠及结肠等后段肠道^[4]。从而导致生物利用度低,效果差。为了提高丁酸在肠道中的利用度,本实验室以葡萄糖为载体,设计了一种化合物--葡萄糖三丁酸酯^[5]。设想在葡萄糖的保护作用下,葡萄糖三丁酸酯可以进入肠后段,并经水解释放出丁酸,使丁酸有效到达作用部分。因为,本试验旨在研究葡萄糖三丁酸酯对肉鸡生长性能、屠宰性能、血清生化指标及肠道黏膜形态的影响,旨在为葡萄糖三丁酸酯的应用提供参考。

1 材料与方 法

1.1 试验设计与试验材料

试验使用单因素完全随机试验设计。选取健康的10日龄爱拔益加(AA)肉鸡160只,随机分为4个组,每组4个重复,每个重复10只鸡。各组试验鸡体重相近。空白组饲喂基础饲粮,低剂量组在基础饲粮中添加0.05%的葡萄糖三丁酸酯,中剂量组在基础饲量中添加0.10%的葡萄糖三丁酸酯,高剂量组在基础饲量中添加0.20%的葡萄糖三丁酸酯。试验期32 d。

本试验所用葡萄糖三丁酸酯在黑龙江八一农垦大学动物科技学院药物化学实验室合成和提纯^[5]。使用小鼠检测葡萄糖三丁酸酯的急性毒性和长期毒性,小鼠急性毒性试验表明,口服剂量为5 000 mg/kg时,未显示出毒性;小鼠长期毒性试验表明,以500 mg/kg的剂量,每天灌胃给药1次,连续45 d,小鼠生长状态正常,未显示出毒性,可用于后续的肉鸡饲喂试验。

1.2 试验饲粮

试验采用玉米-豆粕型饲粮,营养水平参照NRC(1994)肉仔鸡标准配制,购于大庆牧源动物药业有限公司,基础饲粮组成及营养水平见表1。

1.3 饲养管理

饲养试验开始前,对鸡舍及相关器具进行全面的清洗消毒。鸡舍打扫完毕后,用高锰酸钾和甲醛(体积比1:2)熏蒸鸡舍3 d,3 d后通风5 d,待鸡舍内无刺激性气味时,就可正常使用。雏鸡到后先适应饲养3 d,然后进行分栏。试验鸡采用笼养方式饲喂,24 h光照。

表1 基础饲粮组成及营养水平(风干基础)

Table 1 Composition and nutrient levels of basal diets (air-dry basis)

项目 Items	含量 Content	
	10~22 日龄 10 to 22 days of age	23~42 日龄 23 to 42 days of age
原料 Ingredients		
玉米 Corn	56.19	62.27
豆粕 Soybean meal	36.00	29.84
鱼粉 Fish meal	2.50	2.00
豆油 Soybean oil	2.00	2.55
食盐 NaCl	0.22	0.26
石粉 Limestone	1.00	1.36
磷酸氢钙 CaHPO ₄	1.50	1.07
赖氨酸 Lys	0.05	0.17
蛋氨酸 Met	0.20	0.16
矿物元素预混料 Mineral premix ¹⁾	0.20	0.20
维生素预混料 Vitamin premix ²⁾	0.14	0.12
合计 Total	100.00	100.00
营养水平 Nutrient levels		
代谢能 ME/(MJ/kg)	12.17	12.54
粗蛋白质 CP	22.34	19.83
钙 Ca	0.86	0.88
总磷 TP	0.66	0.56
DL-蛋氨酸 DL-Met	0.41	0.44
赖氨酸盐酸盐 Lys · HCl	1.25	1.05
苏氨酸 Thr	0.80	0.80
色氨酸 Try	0.26	0.23

¹⁾矿物元素预混料为每千克饲粮提供 Mineral premix provided the following per kg of diets: Mn (as MnSO₄ · H₂O) 115 mg, Fe (as FeSO₄ · H₂O) 65.5 mg, Zn (as ZnSO₄ · 7H₂O) 90 mg, Cu (as CuSO₄ · 5H₂O) 9 mg, (as CaI₂) 11.7 mg, Se (as Na₂SeO₃) 0.288 mg。

²⁾维生素预混料为每千克饲粮提供 Vitamin premix provided the following per kg of diets: VA 11 550 IU, VD₃ 4 500 IU, VE 30 mg, VK₃ 4.5 mg, VB₁ 3.38 mg, VB₂ 9 mg, VB₆ 9 mg, VB₁₂ 0.025 mg, 氯化胆碱 choline chloride 820 mg, 泛酸钙 calcium pantothenate 12 mg, 烟酸 niacin 43 mg, 生物素 biotin 0.1 mg, 叶酸 folic acid 1.25 mg。

饲养期间鸡舍保持清洁、空气流通和干燥。早、晚各清理1次粪便,每次添水前对水槽进行清洗和消毒。按常规免疫程序给雏鸡进行免疫接种。每天记录雏鸡死亡数和采食情况。

1.4 测定指标与方法

1.4.1 生长性能

试验期间每周按重复记录饲料用量,于 14、21、28、35、42 日龄,肉鸡空腹 12 h 后,称量每个重复肉鸡的体重,并做好记录。计算平均日采食量、平均日增重和料重比。

1.4.2 屠宰性能

分别在 28 和 42 日龄时,从各组每重复中随机选取 3 只体重相近的健康肉鸡,称重(称重前 12 h 停饲不停水),宰杀,测定屠宰率、半净膛率、全净膛率、胸肌率和腿肌率。

1.4.3 血清生化指标

分别在第 28 和 42 日龄时,从各组每个重复中随机选取 3 只试验鸡处死取血,采集血样 10 mL,经 4 000 r/min 离心 15 min,分离血清于 2 mL EP 管中。使用半自动生化分析仪分析,测定总蛋白(TP)、白蛋白(ALB)、球蛋白(GLB)、尿素氮(UN)含量及丙氨酸氨基转移酶(ALT)、天门冬氨酸氨基转移酶(AST)活性。

1.4.4 肠道黏膜形态

于在肉鸡 42 日龄时,从各组每个重复中随机挑选 3 只体况良好、体重接近的肉鸡,进行解剖,分别取出肉鸡十二指肠、空肠、回肠和盲肠,取出肠段后用生理盐水进行反复冲洗,将冲洗干净的肠段放入提前准备好的 4% 甲醛中固定,24 h 后,采用苏木精-伊红(HE)对小肠组织进行染色处理,制成石蜡切片。计算绒毛高度、隐窝深度及绒毛高度/隐窝深度。

1.5 数据统计与分析

运用 SPSS 16.0 软件开展单因素方差分析

(one-way ANOVA),运用 Duncan 氏法进行显著性分析,结果均以“平均值±标准差”表示。以 $P < 0.05$ 为显著水平。

2 结果

2.1 葡萄糖三丁酸酯对肉鸡生长性能的影响

由表 2 可知,15~21 日龄和 22~28 日龄时,各组之间平均日采食量无显著差异($P > 0.05$);29~35 日龄时,高剂量组平均日采食量显著高于其他各组($P < 0.05$);36~42 日龄时,中和高剂量组平均日采食量显著高于其他各组($P < 0.05$);15~42 日龄时,低、中和高剂量组平均日采食量显著高于空白组($P < 0.05$)。

15~21 日龄和 22~28 日龄时,各组之间平均日增重无显著差异($P > 0.05$);29~35 日龄时,空白组平均日增重最低,低和中剂量组之间无显著差异($P > 0.05$),高剂量组显著高于其他各组($P < 0.05$);36~42 日龄时,低、中和高剂量组平均日增重显著高于空白组($P < 0.05$),分别提高了 14.72%、24.82%、33.07%;15~42 日龄时,低、中和高剂量组平均日增重显著高于空白组($P < 0.05$)。

15~21 日龄和 22~28 日龄时,各组之间料重比无显著差异($P > 0.05$);29~35 日龄时,空白组料重比显著高于低、中和高剂量组($P < 0.05$),低、中和高剂量组之间无显著差异($P > 0.05$);36~42 日龄时,空白组料重比显著高于低和高剂量组($P < 0.05$),中剂量组和空白组之间无显著差异($P > 0.05$);15~42 日龄时,低、中和高剂量组料重比显著低于空白组($P < 0.05$)。

表 2 葡萄糖三丁酸酯对肉鸡生长性能的影响

Table 2 Effects of glucose tributyrate on growth performance of broilers

项目 Items	日龄 Days of age	组别 Groups				P 值 P-value
		低剂量 Low dose	中剂量 Medium dose	高剂量 High dose	空白 Blank	
平均日采食量 ADFI/g	15~21	74.73±0.24	75.49±0.35	75.62±0.30	75.43±0.33	0.183
	22~28	124.90±1.43	125.60±0.15	126.41±0.26	125.55±1.00	0.692
	29~35	173.73±1.61 ^c	171.72±0.21 ^c	186.25±0.34 ^a	177.85±0.22 ^b	0.002
	36~42	222.40±1.25 ^b	243.10±1.26 ^a	239.41±2.08 ^a	208.20±1.62 ^c	0.001
	15~42	148.99±0.77 ^c	154.19±0.44 ^b	157.43±0.55 ^a	146.92±0.33 ^d	0.021

续表 2

项目 Items	日龄 Days of age	组别 Groups				P 值 P-value
		低剂量 Low dose	中剂量 Medium dose	高剂量 High dose	空白 Blank	
平均日增重 ADG/g	15~21	41.39±0.61	40.88±0.35	41.33±0.27	41.81±0.20	0.423
	22~28	72.98±1.55	75.88±1.11	74.28±1.23	72.90±1.43	0.360
	29~35	93.72±0.75 ^b	91.40±1.75 ^b	102.10±2.35 ^a	81.83±1.00 ^c	0.001
	36~42	107.80±2.14 ^c	117.90±4.21 ^b	126.15±1.82 ^a	93.08±1.56 ^d	<0.001
	15~42	78.97±0.91 ^c	81.85±0.48 ^b	85.96±0.63 ^a	72.40±0.81 ^d	<0.001
料重比 F/G	15~21	1.81±0.03	1.85±0.01	1.83±0.02	1.80±0.01	0.267
	22~28	1.72±0.03	1.66±0.02	1.71±0.03	1.74±0.04	0.413
	29~35	1.86±0.02 ^b	1.89±0.04 ^b	1.84±0.04 ^b	2.18±0.03 ^a	0.036
	36~42	2.08±0.04 ^b	2.12±0.09 ^{ab}	1.90±0.02 ^c	2.25±0.04 ^a	<0.001
	15~42	1.87±0.02 ^{bc}	1.88±0.01 ^b	1.82±0.01 ^c	1.99±0.02 ^a	<0.001

同行数据肩标不同小写字母表示差异显著 ($P<0.05$), 相同或无字母表示差异不显著 ($P>0.05$)。下表同。

In the same row, values with different small letter superscripts mean significant difference ($P<0.05$), while with the same or no letter superscripts mean no significant difference ($P>0.05$). The same as below.

2.2 葡萄糖三丁酸酯对肉鸡屠宰性能的影响

由表 3 可知, 28 日龄时, 各组之间屠宰率、半净膛率、全净膛率和胸肌率无显著差异 ($P>0.05$); 高剂量组腿肌率显著高于其他各组 ($P<0.05$), 分

别提高了 1.77%、1.80% 和 3.77%。42 日龄时, 各组之间屠宰率、半净膛率、全净膛率、胸肌率无显著差异 ($P>0.05$), 低、中和高剂量组腿肌显著高于空白组 ($P<0.05$), 分别提高了 2.94%、3.31%、4.55%。

表 3 葡萄糖三丁酸酯对肉鸡屠宰性能的影响

Table 3 Effects of glucose tributyrate on slaughter performance of broilers

%

项目 Items	日龄 Days of age	组别 Groups				P 值 P-value
		低剂量 Low dose	中剂量 Medium dose	高剂量 High dose	空白 Blank	
屠宰率	28	85.86±0.67	84.72±0.68	85.18±0.43	84.26±0.87	0.408
Dressing percentage	42	85.13±0.42	84.68±0.39	85.19±0.69	84.27±0.94	0.711
半净膛率	28	78.93±1.26	76.25±2.14	79.47±1.14	79.23±1.68	0.465
Semi-eviscerated percentage	42	79.87±0.46	79.46±0.49	79.10±0.87	79.02±1.05	0.832
全净膛率	28	62.65±1.02	63.60±0.98	62.61±0.91	61.18±0.70	0.429
Eviscerated percentage	42	64.60±0.84	63.69±0.64	63.82±0.78	63.60±0.70	0.773
胸肌率	28	27.56±0.78	28.27±1.38	28.39±1.70	27.53±0.68	0.637
Breast muscle percentage	42	29.12±0.75	32.48±1.13	32.70±1.34	31.30±1.42	0.168
腿肌率	28	21.76±0.18 ^b	21.73±0.17 ^b	23.53±0.20 ^a	19.76±0.45 ^c	0.003
Leg muscle percentage	42	22.28±0.59 ^b	22.65±0.34 ^{ab}	23.89±0.35 ^a	19.34±0.40 ^c	0.001

2.3 葡萄糖三丁酸酯对肉鸡血清生化指标的影响

由表 4 可知, 28 日龄时, 各组之间血清 GLB、UN 含量及 AST、ALT 活性无显著差异 ($P>0.05$); 中和高剂量组血清 TP 含量显著高于空白组 ($P<0.05$); 低、中和高剂量组血清 ALB 含量显著高于空白组 ($P<0.05$), 分别提高了 1.05%、1.18% 和

1.43%。42 日龄时, 各组之间血清 GLB 含量、AST 活性无显著差异 ($P>0.05$), 中和高剂量组血清 TP 含量显著高于空白组 ($P<0.05$), 中和高剂量组血清 ALB 含量显著高于空白组 ($P<0.05$), 低、中和高剂量组血清 ALT 活性显著低于空白组 ($P<0.05$), 中剂量组血清 UN 含量显著低于空白组 ($P<0.05$)。

表 4 葡萄糖三丁酸酯对肉鸡血清生化指标的影响

Table 4 Effects of glucose tributyrate on serum biochemical indexes of broilers

项目 Items	日龄 Days of age	组别 Groups				P 值 P-value
		低剂量 Low dose	中剂量 Medium dose	高剂量 High dose	空白 Blank	
总蛋白	28	28.98±0.08 ^{bc}	29.65±0.49 ^{ab}	30.63±0.35 ^a	28.40±0.44 ^c	0.002
TP/(g/L)	42	29.00±0.54 ^b	30.68±0.46 ^a	31.08±0.45 ^a	28.67±0.17 ^b	0.024
白蛋白	28	11.75±0.15 ^a	11.88±0.54 ^a	12.13±0.17 ^a	10.70±0.26 ^b	0.045
ALB/(g/L)	42	12.05±0.33 ^b	13.45±0.13 ^a	13.73±0.05 ^a	11.93±0.09 ^b	<0.001
球蛋白	28	18.00±1.70	15.30±0.50	17.45±0.95	16.33±0.48	0.340
GLB/(g/L)	42	15.43±0.86	17.20±0.73	20.15±4.19	17.47±0.97	0.560
丙氨酸氨基转移酶	28	4.50±0.87	3.00±0.56	4.00±0.71	4.00±0.00	0.466
ALT/(U/L)	42	2.75±0.25 ^b	1.50±0.50 ^c	2.00±0.70 ^{bc}	4.00±0.00 ^a	<0.001
天门冬氨酸氨基转移酶	28	349.67±13.24	355.00±11.17	334.00±12.31	347.33±8.46	0.638
AST/(U/L)	42	310.25±15.97	301.25±4.10	298.50±7.49	302.00±4.59	0.469
尿素氮	28	0.26±0.04	0.22±0.04	0.24±0.03	0.30±0.02	0.380
UN/(mmol/L)	42	0.30±0.03 ^a	0.20±0.02 ^b	0.27±0.02 ^{ab}	0.33±0.03 ^a	0.001

2.4 葡萄糖三丁酸酯对肉鸡肠道黏膜形态的影响

由表 5 可知,高剂量组十二指肠绒毛高度显著高于其他各组($P<0.05$),中、高剂量组十二指肠隐窝深度显著低于空白组($P<0.05$),高剂量组十二指肠绒毛高度/隐窝深度显著高于其他各组($P<0.05$)。中和高剂量组空肠绒毛高度显著高于空白组($P<0.05$),各组之间空肠隐窝深度无显著差异($P>0.05$),高剂量组空肠绒毛高度/隐窝深度显

著高于空白组($P<0.05$)。各组之间回肠绒毛高度无显著差异($P<0.05$),低、中和高剂量组回肠隐窝深度显著低于空白组($P<0.05$),低和高剂量组回肠绒毛高度/隐窝深度显著高于空白组($P<0.05$)。各组之间盲肠绒毛高度无显著差异($P>0.05$),中剂量组盲肠隐窝深度显著低于其他各组($P<0.05$),中剂量组盲肠绒毛高度/隐窝深度显著高于其他各组($P<0.05$)。

表 5 葡萄糖三丁酸酯对肉鸡肠道黏膜形态的影响

Table 5 Effects of glucose tributyrate on intestinal mucosa morphology of broilers

项目 Items		组别 Groups				P 值 P-value
		低剂量 Low dose	中剂量 Medium dose	高剂量 High dose	空白 Blank	
十二指肠 Duodenum	绒毛高度 Villus height/ μm	1 569.90±79.03 ^b	1 616.90±76.35 ^b	2 044.40±38.24 ^a	1 716.70±29.08 ^b	<0.001
	隐窝深度 Crypt depth/ μm	179.10±6.65 ^{ab}	170.13±7.46 ^b	167.86±8.79 ^b	192.64±6.37 ^a	0.048
	绒毛高度/隐窝深度 V/C	9.07±0.73 ^b	10.03±0.94 ^b	12.63±0.66 ^a	9.05±0.33 ^b	0.002
空肠 Jejunum	绒毛高度 Villus height/ μm	1 192.10±45.72 ^{bc}	1 364.30±50.35 ^a	1 281.00±27.46 ^{ab}	1 099.30±22.09 ^c	<0.001
	隐窝深度 Crypt depth/ μm	159.15±18.51	169.05±15.83	138.42±8.43	150.17±7.30	0.475
	绒毛高度/隐窝深度 V/C	8.89±0.55 ^{ab}	8.10±0.31 ^{ab}	9.75±0.62 ^a	7.55±0.39 ^b	0.036

续表 5

项目 Items		组别 Groups				P 值 P-value
		低剂量 Low dose	中剂量 Medium dose	高剂量 High dose	空白 Blank	
回肠 Ileum	绒毛高度 Villus height/ μm	1 067.60 \pm 55.23	1 031.80 \pm 83.92	1 018.30 \pm 58.63	1 058.40 \pm 94.64	0.942
	隐窝深度 Crypt depth/ μm	183.66 \pm 16.69 ^b	205.69 \pm 13.55 ^b	165.68 \pm 8.76 ^b	330.41 \pm 60.76 ^a	0.003
	绒毛高度/隐窝深度 V/C	6.25 \pm 0.40 ^{ab}	5.12 \pm 0.32 ^{bc}	6.55 \pm 0.62 ^a	4.22 \pm 0.45 ^c	0.002
盲肠 Caecum	绒毛高度 Villus height/ μm	202.85 \pm 20.33	176.53 \pm 21.23	199.87 \pm 19.96	205.28 \pm 11.10	0.679
	隐窝深度 Crypt depth/ μm	162.76 \pm 17.88 ^a	73.65 \pm 9.10 ^b	148.41 \pm 10.97 ^a	157.92 \pm 17.18 ^a	<0.001
	绒毛高度/隐窝深度 V/C	1.50 \pm 0.23 ^b	2.89 \pm 0.43 ^a	1.48 \pm 0.194 ^b	1.52 \pm 0.19 ^b	<0.001

图 1 显示的是各组肉鸡回肠、空肠、盲肠和十二指肠的黏膜形态结构。从图中可以看出, 相较于空白组, 低、中和高剂量组肠绒毛都较长, 其完整性也更好。

3 讨论

3.1 葡萄糖三丁酸酯对肉鸡生长性能的影响

大量研究表明, 丁酸产品具有促进畜禽生长性能、优化消化道内菌群结构、增强机体免疫力等作用^[5]。丁酸由于其游离性和挥发性, 使其不适合运用于实际生产中, 在生产中常使用结构较稳定的丁酸盐和丁酸产品。但丁酸钠在小肠内被分解为丁酸离子或自由丁酸, 在胃和小肠前端被迅速吸收^[6], 不能更好更多地吸收营养物质。甘油三丁酸酯作为近几年较热门的研究方向, 其主要在小肠后端, 能更好地促进小肠的营养吸收^[7]。葡萄糖三丁酸酯在肠道内被分解为自由丁酸和葡萄糖, 理论上在基础饲料中添加一定量的葡萄糖三丁酸酯具有提高机体的生长性能、优化肠道微内菌群结构等功能。

本试验结果显示, 与空白组相比, 36~42 日龄时, 低、中和高剂量组平均日采食量和平均日增重升高, 料重比降低; 而 15~22 日龄和 23~29 日龄时, 平均日采食量、平均日增重和料重比均无显著差异。这说明在本试验条件下, 葡萄糖三丁酸酯主要在肉鸡生长后期发挥作用。

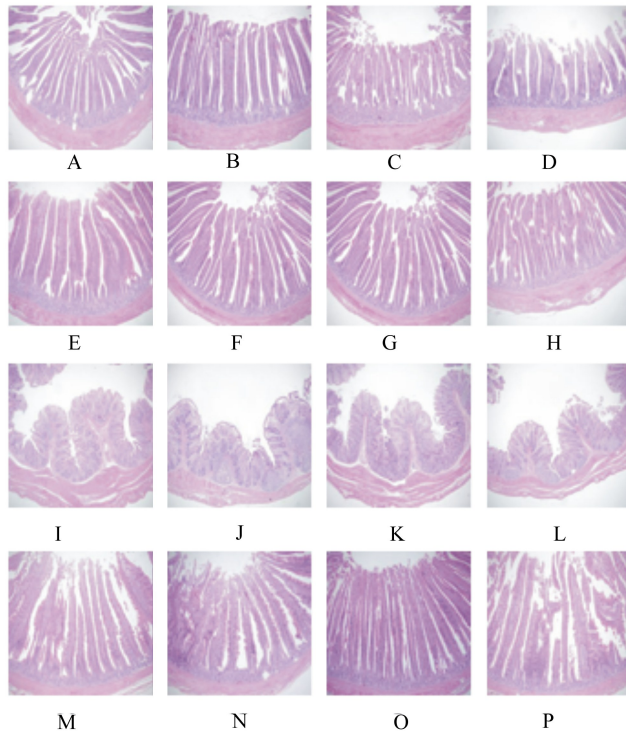
3.2 葡萄糖三丁酸酯对肉鸡屠宰性能的影响

屠宰性能的高低直接影响经济效益, 关于酸化剂对屠宰性能的影响还没有肯定的答案, 本试验结果显示, 28 日龄时, 各组屠宰率、半净膛率、全净膛率、胸肌率无显著差异; 高剂量组腿肌率显著高于其他各组, 分别高了 1.77%、1.80% 和 3.77%; 48 日龄时, 各组屠宰率、半净膛率、全净膛率、胸肌率无显著差异; 低、中和高剂量组腿肌率显著高于空白组, 分别提高了 2.94%、3.31%、4.55%。结果表明, 葡萄糖三丁酸酯对肉鸡的屠宰性能影响不大, 但饲料中添加 0.20% 的葡萄糖三丁酸酯能在一定程度上提高肉鸡腿肌率。有研究表明, 可做为饲料添加剂的复合酸化剂(主要成分为乳酸、柠檬酸和富马酸^[8])和甘油三丁酸酯^[9], 同样对肉鸡的屠宰率、半净膛率、全净膛率、胸肌率、腹脂率、腿肌率等屠宰性能没有影响。所以, 可以初步认为, 葡萄糖三丁酸酯较复合酸化剂和甘油三丁酸酯相比, 能够提高肉鸡的腿肌率。

3.3 葡萄糖三丁酸酯对肉鸡血清生化指标的影响

机体生理状态和自身的健康状况一般通过检测血清生化指标反映。血清 TP、ALB 和 GLB 含量与机体的免疫功能有着密切的关系^[10]。相关研究发现, 血清 TP 和 GLB 含量上升可能会提高机体的抗病力, 增强机体免疫力^[11]。临床试验表明, 当肝脏受到损伤时, ALT 和 AST 活性偏高。相关研究发现, 血清中的 UN 含量是衡量机体内蛋白质代谢是否平衡的一个重要指标, 当机体血清 UN 含

量减少,则说明蛋白质的合成代谢加强,氮的利用率提高,促进肌肉增长。



A、B、C、D 分别为低、中、高剂量组和空白组的回肠切片,E、F、G、H 分别为低、中、高剂量组和空白组的空肠切片,I、J、K、L 分别为低、中、高剂量组和空白组的盲肠切片,M、N、O、P 分别为低、中、高剂量组和空白组的十二指肠切片。

A, B, C, D were ileum slices of low, medium, high dose groups and blank group, respectively; E, F, G, H were jejunal slices of low, medium, high dose groups and blank group, respectively; I, J, K, L were cecum slices of low, medium, high dose groups and blank group, respectively; M, N, O, P were duodenal slices of low, medium, high dose groups and blank group, respectively.

图 1 肉鸡肠黏膜组织结构图

Fig.1 Intestinal mucosa tissue structure graphs of broilers (40×)

本试验结果表明,饲料中添加葡萄糖三丁酸酯提高了肉仔鸡 28、42 日龄的血清 TP 和 ALB 含量,表明葡萄糖三丁酸酯可以调节机体内蛋白质的代谢,血清 TP 和 ALB 含量的升高可能是因为饲喂葡萄糖三丁酸酯在一定程度上也能够改善肉仔鸡胃肠道的消化酶活性,提高肉仔鸡蛋白质与氨基酸的利用率,使体内蛋白质的合成代谢作用加强,这与贾刚等^[12]研究结果基本一致,缓释酸化剂可显著提高肉鸡血清 ALB 和 GLB 含量。本试验结果还表明,饲料中添加葡萄糖三丁酸酯可降低 42 日龄血清 ALT 活性和 UN 含量,说明葡萄糖三丁酸酯对肝功能无负面影响,而血清 UN 含量的降低说明在基础饲料中添加一定量的葡萄糖三丁酸酯可促进肉鸡对蛋白质的利用,有利于肉鸡的

生长。

3.4 葡萄糖三丁酸酯对肉鸡肠道黏膜形态的影响

小肠的发育与动物的营养吸收密切相关,小肠绒毛高度、隐窝深度和绒毛高度/隐窝深度是衡量小肠消化吸收功能的重要指标^[13]。研究发现,小肠绒毛越高越有利于小肠对营养物质的吸收。小肠隐窝深度反映细胞的生成率,隐窝越浅,细胞发育越成熟。绒毛高度/隐窝深度则综合体现出肠黏膜结构的完善,绒毛高度/隐窝深度上升,说明肠道对营养物质吸收的能力增强;绒毛高度/隐窝深度下降,则说明肠黏膜结构不够完善,吸收能力减弱。有研究表明,丁酸类添加剂能够改善肉鸡肠道黏膜形态。崔蕾等^[14]在饲料中添加不同水平的丁酸钠,显著提高了 42 日龄肉鸡的小肠绒毛

高度。张浩等^[15]研究发现,给肉鸡饲喂 500 mg/kg 的丁酸甘油酯,可显著增加肉鸡的十二指肠和空肠的绒毛高度。

本试验结果表明,高剂量组十二指肠绒毛高度显著高于其他各组,中、高剂量组十二指肠隐窝深度显著低于空白组,高剂量组十二指肠绒毛高度/隐窝深度显著高于其他各组。中和高剂量组空肠绒毛高度显著高于空白组,高剂量组空肠绒毛高度/隐窝深度显著高于空白组。低、中和高剂量组回肠隐窝深度显著低于空白组,低和高剂量组回肠绒毛高度/隐窝深度显著高于空白组。中剂量组盲肠隐窝深度显著低于其他各组,中剂量组盲肠绒毛高度/隐窝深度显著高于其他各组。结果表明,高水平的葡萄糖三丁酸酯更有助于提高小肠绒毛高度,降低隐窝深度和提高绒毛高度/隐窝深度,可完善肠黏膜结构,促进营养物质的吸收,从而达到提高肉鸡生长性能的目的。其原因可能因为,葡萄糖三丁酸酯随着饲料一同进入消化道后,分解为葡萄糖和丁酸,一方面为机体提供能量,另一方面还能不断刺激小肠黏膜,促进小肠黏膜的生长发育,增加绒毛高度;同时改善肠道黏液分泌,增强肠道上皮细胞的紧密连接,调节肠道上皮细胞增殖与分化,修复受损肠道,降低隐窝深度,从而达到提高绒毛高度/隐窝深度的目的。本试验中添加不同水平的葡萄糖三丁酸酯均可改善肉鸡小肠黏膜形态,具体作用机制还需进一步的研究与探讨。

4 结 论

饲料中添加葡萄糖三丁酸酯可以提高肉鸡的生长性能、屠宰性能,并改善肠道黏膜形态,促进营养物质的吸收。

参考文献:

- [1] 崔秀梅,杨在宾,杨维仁.饲用酸化剂在畜禽生产中的应用[J].饲料博览,2010(6):42-44.
- [2] 刘连军.酸化剂在猪养殖业中的应用进展[J].北方牧业,2017(12):26-28.
- [3] 曹阳.三丁酸甘油酯对肉鸡生产性能和肠道发育影响的研究[D].硕士学位论文.济南:山东农业大学,2016.
- [4] 余荣,徐小芳,王雯熙.丁酸对动物肠道影响的研究进展[J].中国畜牧杂志,2012,48(16):64-68.
- [5] 仇晴晴,钟春艳,李振旺,等.饲用葡萄糖三丁酸酯的设计与合成[J].畜牧与饲料科学,2019,40(2):33-35.
- [6] LAYDEN B T, ANGUEIRA A R, BRODSKY M, et al. Short chain fatty acids and their receptors: new metabolic targets [J]. Translational Research, 2013, 161 (3): 131-140.
- [7] SORET R, CHEVALIER J, DE COPPET P, et al. Short-chain fatty acids regulate the enteric neurons and control gastrointestinal motility in rats [J]. Gastroenterology, 2010, 138 (5): 1772-1782.
- [8] CRESCI G, NAGY L E, GANAPATHY V. *Lactobacillus* GG and tributyrin supplementation reduce antibiotic-induced intestinal injury [J]. Journal of Parenteral and Enteral Nutrition, 2013, 37 (6): 763-774.
- [9] 黄冠庆,郑文才,黄晓亮,等.不同粗蛋白质水平下酸化剂和益生菌对肉鸡生长性能和屠宰性能的影响[J].中国饲料,2014(20):22-24,28.
- [10] 吕于明,刘丹,张炳坤.家禽肠道屏障功能及其营养调控[J].动物营养学报,2014,26(10):3091-3100.
- [11] DHANALAKSHMI S, DEVI R S, SRIKUMAR R, et al. Protective effect of Triphala on cold stress-induced behavioral and biochemical abnormalities in rats [J]. Yakugaku Zasshi, 2007, 127 (11): 1863-1867.
- [12] 侯振平,吴端钦,蒋桂韬,等.不同蛋白酶对肉鸡生长性能、血清生化指标和抗氧化功能的影响[J].饲料研究,2017(14):13-17.
- [13] 贾刚,晏家友,王辉,等.缓释复合酸化剂对艾维茵白羽肉鸡消化道酸度、免疫指标及鸡舍氨浓度的影响[J].动物营养学报,2009,21(5):747-754.
- [14] 许金根,车传燕,闻爱友,等.酸化剂对肉鸡免疫器官指数、肠道 pH 值和血清生化指标的影响[J].饲料工业,2016,37(8):12-15.
- [15] 崔蕾,袁纓,权志中,等.不同水平的丁酸钠对肉仔鸡小肠肠道形态的影响[J].饲料工业,2009,30(5):34-37.
- [16] 张浩,董磊,王英俊,等.丁酸甘油酯对肉鸡生长性能、养分表观消化率、屠宰性能、肠道形态及微生物菌群的影响[J].中国畜牧兽医,2016,43(8):2013-2019.

Effects of Glucose Tributyrate on Growth Performance, Slaughter Performance, Serum Biochemical Indexes and Intestinal Mucosal Morphology of Broilers

SUN Xianyu LI Zhenwang QIU Qingqing ZHONG Chunyan CONG Bo
ZHANG Xuefeng LI Meng LI Longlong

(College of Animal Science and Technology, Heilongjiang Bayi Agricultural University, Daqing 163319, China)

Abstract: This experiment was conducted to study the effects of glucose tributyrate on growth performance, slaughter performance, serum biochemical indexes and intestinal mucosal morphology of broilers. One hundred and sixty 10-day-old healthy male Arbor Acres (AA) broilers were randomly divided into 4 groups with 4 replicates per group and 10 broilers per replicate. Broilers in the blank group were fed a basal diet, and the others in low, medium and high dose groups were fed the basal diet supplemented with 0.05%, 0.10% and 0.20% glucose tributyrate, respectively. The experiment lasted for 32 days. The results showed as follows: 1) during 15 to 42 days of age, the average daily feed intake and average daily gain of low, medium and high dose groups were significantly higher than those of the blank group ($P < 0.05$), and the ratio of feed to gain of low, medium and high dose groups was significantly lower than that of blank group ($P < 0.05$). 2) At 28 days of age, the leg muscle percentage of high dose group was significantly higher than that of other groups ($P < 0.05$); at 42 days of age, the leg muscle percentage of low, medium and high dose groups was significantly higher than that of the blank group ($P < 0.05$). 3) At 28 days of age, the serum total protein (TP) content of medium and high dose groups was significantly higher than that of the blank group ($P < 0.05$), and the serum albumin (ALB) content of low, medium and high dose groups was significantly higher than that of the blank group ($P < 0.05$); at 42 days of age, the contents of TP and ALB in serum of medium and high dose groups were significantly higher than those of the blank group ($P < 0.05$), the serum alanine aminotransferase activity of low, medium and high dose groups was significantly lower than that of the blank group ($P < 0.05$), and the serum urea nitrogen content of medium dose group was significantly lower than that of the blank group ($P < 0.05$). 4) The duodenal villus height of high dose group was significantly higher than that of other groups ($P < 0.05$), the duodenal crypt depth of medium and high dose groups was significantly lower than that of the blank group ($P < 0.05$), and the duodenal villus height/crypt depth of high dose group was significantly higher than that of other groups ($P < 0.05$). The jejunal villus height of medium and high dose groups was significantly higher than that of the blank group ($P < 0.05$), and the jejunal villus height/crypt depth of high dose group was significantly higher than that of the blank group ($P < 0.05$). The ileum crypt depth of low, medium and high dose groups was significantly lower than that of the blank group ($P < 0.05$), and the ileum villus height/crypt depth of low and high dose groups was significantly higher than that of the blank group ($P < 0.05$). The cecum crypt depth of medium dose group was significantly lower than that of other groups ($P < 0.05$), and the cecum villus height/crypt depth of medium dose group was significantly higher than that of other groups ($P < 0.05$). In summary, the addition of glucose tributyrate to the diet can improve the growth performance and slaughter performance of broilers, improve intestinal mucosal morphology and promote the nutrient absorption. [*Chinese Journal of Animal Nutrition*, 2019, 31(8):3727-3735]

Key words: glucose tributyrate; growth performance; slaughter performance; serum biochemical indexes; intestinal mucosal morphology