

不同种类酸化剂对肉鸡肠道发育、消化酶活性以及微生物数量的影响

赵旭¹ 沈一茹¹ 陈杰² 施寿荣^{1*}

(1. 中国农业科学院家禽研究所,扬州 225125;2. 上海美农生物科技股份有限公司,上海 201807)

摘要: 本试验旨在研究饲料中添加不同种类的酸化剂对肉鸡肠道发育、消化酶活性以及微生物数量的影响。试验选用1日龄的爱拔益加肉公鸡840只,随机分为7个处理,每个处理6个重复,每个重复20只鸡。对照组饲喂基础饲料,其余6组饲喂在基础饲料中分别添加吸附磷酸(PA)、微囊化磷酸(CPA)、吸附磷酸乳酸(PLA)、富马酸(FUA)、甲酸(FA)和柠檬酸(CA)的试验饲料,氢离子(H⁺)浓度均为9.18 mmol/kg。试验期为42 d。结果表明:1)饲料中添加PA显著提高了42日龄肉鸡小肠胰蛋白酶和糜蛋白酶活性($P<0.05$)。2)饲料中添加CPA显著增加了21和42日龄肉鸡小肠糜蛋白酶活性($P<0.05$)。3)饲料中添加PLA显著提高了42日龄肉鸡小肠胰蛋白酶活性($P<0.05$)。4)饲料中添加FUA显著增加了42日龄肉鸡小肠胰蛋白酶和糜蛋白酶活性($P<0.05$),显著降低了42日龄肉鸡盲肠大肠杆菌数量($P<0.05$)。5)饲料中添加FA显著增加了21和42日龄肉鸡小肠胰蛋白酶活性($P<0.05$),显著降低了42日龄肉鸡盲肠大肠杆菌数量($P<0.05$)。6)饲料中添加CA显著增加了21和42日龄肉鸡小肠胰蛋白酶和糜蛋白酶活性($P<0.05$),显著降低了42日龄肉鸡盲肠大肠杆菌数量($P<0.05$)。由此可见,PA、CPA和PLA均可不同程度增强肉鸡小肠消化酶活性,而FUA、FA和CA则均具有改善肉鸡肠道消化酶活性和降低有害微生物数量的功能。

关键词: 酸化剂;肠道发育;消化酶活性;盲肠微生物

中图分类号:S831

文献标识码:A

文章编号:1006-267X(2015)11-3509-07

近年来,在畜牧生产中使用抗生素的弊端日趋凸现,饲料添加剂的安全、高效、环保等问题越来越受到人们关注。如何获得一种无毒副作用、无残留,既能促进动物生长,又能改善动物性食品品质的添加剂,已经成为科研及畜牧生产领域的一个重要议题。酸化剂作为一种高效、无污染、无残留的天然保健型饲料添加剂,具有降低动物消化道pH、促进有益菌、抑制有害菌、提高消化酶活性、增加营养物质消化率和增强动物机体免疫力等多种生物学功能^[1-3],可以考虑将其作为抗生素

的替代品广泛应用于畜禽养殖中。众所周知,动物消化道是饲料营养物质消化吸收的主要场所,饲料营养物质消化吸收率的高低与消化道环境条件息息相关^[4]。以往的研究中曾经有用酸化剂饲喂肉鸡的报道,但关于比较不同种类酸化剂对肉鸡肠道发育和微生物影响的研究却尚少。本研究旨在通过探讨饲料中添加相同氢离子(H⁺)浓度的不同种类酸化剂对肉鸡肠道相对长度和相对重量、小肠消化酶活性以及盲肠微生物数量的影响,为酸化剂在肉鸡生产上的应用提供理论依据。

收稿日期:2015-05-11

作者简介:赵旭(1985—),女,山东淄博人,研究实习员,博士,从事家禽营养研究。E-mail: kity850814@163.com

*通信作者:施寿荣,助理研究员,E-mail: ssr236@163.com

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验用酸化剂[吸附磷酸(phosphoric acid, PA)、微囊化磷酸(coated phosphoric acid, CPA)、吸附磷酸乳酸(phosphoric acid+lactic acid, PLA)、富马酸(fumaric acid, FUA)、甲酸(formic acid, FA)和柠檬酸(citric acid, CA)]均由上海美农生物科技股份有限公司提供。

1.2 试验设计

试验选用 1 日龄爱拔益加(AA)肉公鸡 840 只,随机分为 7 个处理,每个处理 6 个重复,每个

重复 20 只鸡。对照组饲喂不添加酸化剂的基础饲料,为参照 NRC(1994) 鸡的营养需要配制的配合饲料,基础饲料组成及营养水平见表 1。试验组饲喂在基础饲料中分别添加吸附磷酸(0.36%)、微囊化磷酸(0.59%)、吸附磷酸乳酸(0.18% 吸附磷酸+1.33% 吸附乳酸)、富马酸(0.42%)、甲酸(1.03%)和柠檬酸(0.79%)的试验饲料,各试验组 H⁺浓度均为 9.18 mmol/kg(计算值,前期研究发现当 H⁺浓度为此值时效果最佳)。试验期 42 d。肉仔鸡采用平养,自由采食,充足饮水,按正常免疫程序进行免疫接种。

表 1 基础饲料组成及营养水平(风干基础)

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

%

项目 Items	含量 Content	
	1~21 日龄 1 to 21 days of age	22~42 日龄 22 to 42 days of age
原料 Ingredients		
玉米 Corn	63.60	69.78
豆粕 Soybean meal	29.40	21.94
玉米蛋白粉 Corn gluten meal	3.50	5.20
L-赖氨酸 L-Lys (98%)	0.10	0.08
DL-蛋氨酸 DL-Met	0.16	0.03
石粉 Limestone	1.35	1.30
磷酸氢钙 CaHPO ₄	1.30	1.10
氯化胆碱 Choline chloride (50%)	0.12	0.10
食盐 NaCl	0.30	0.30
预混料 Premix ¹⁾	0.17	0.17
合计 Total	100.00	100.00
营养水平 Nutrient levels ²⁾		
代谢能 ME/(MJ/kg)	12.10	12.43
粗蛋白质 CP	20.98	19.00
钙 Ca	0.89	0.80
有效磷 AP	0.40	0.38
蛋氨酸 Met	0.47	0.35
赖氨酸 Lys	1.05	0.88

¹⁾ 预混料为每千克饲料提供 The premix provided the following per kg of diets: VA 8 000 IU, VD₃ 1 000 IU, VE 20 IU, VK₃ 0.50 mg, VB₁ 2.00 mg, VB₂ 8.00 mg, VB₆ 3.50 mg, VB₁₂ 10.00 μg, 烟酸 nicotinic acid 35.00 mg, 泛酸钙 calcium pantothenate 10.00 mg, 叶酸 folic acid 0.55 mg, 生物素 biotin 0.18 mg, Fe 80.00 mg, Cu 8.00 mg, Mn 100.00 mg, Zn 80.00 mg, I 0.70 mg, Se 0.30 mg。

²⁾ 代谢能为计算值,其余为实测值。ME was a calculated value, while the others were measured values.

1.3 样品的采集

分别于试验的第 21 和 42 天,每个重复选取 2 只体重接近的健康肉鸡空腹 8 h 后饲喂 6 h,颈静脉放血处死,取十二指肠、空肠、回肠、左侧盲肠和

直肠去食糜用于测定肠道相对长度和相对重量;取十二指肠、空肠和回肠食糜,-20℃保存,用于测定小肠消化酶活性;结扎右侧盲肠两端,立即用于测定盲肠微生物数量。

1.4 检测指标

1.4.1 肠道相对长度

分别用各肠段长度与肉鸡活体重的比值表示。

1.4.2 肠道相对重量

分别用各肠段重量(将肠道剪开,由同一人同一力度利用玻璃片将肠道食糜刮除)与肉鸡活体重的比值表示。

1.4.3 小肠消化酶活性

样品的前处理:取冷冻小肠(十二指肠、空肠和回肠)食糜称重,按重量/体积(m/v)=1/5加入相应体积的4℃蒸馏水,冰浴下匀浆30 s,4℃,3 500 r/min离心10 min,取上清液用于胰蛋白酶和糜蛋白酶活性的测定。

胰蛋白酶活性的测定:采用施韦尔特-竹中法。胰蛋白酶水解专一性底物苯甲酰-精氨酸-硝基苯氨盐酸盐,生成黄色的对硝基苯胺,在410 nm处测定吸光度(OD)值。酶活性单位定义为:在pH 8.2、40℃的条件下,1 min产生1 μmol对硝基苯胺定义为1个酶活性单位。

糜蛋白酶活性的测定:采用胡梅尔法。糜蛋白酶可水解苯甲酰-L-酪氨酸乙酯,用紫外分光光度计于波长256 nm处测定苯甲酰-L-酪氨酸乙酯的减少量可反映样品中糜蛋白酶活性的高低。酶活性单位定义为:在pH 7.8、25℃的条件下,1 min产生1 μmol苯甲酰-L-酪氨酸定义为1个酶活性单位。

1.4.4 盲肠微生物

样品稀释:在无菌操作台上取肠道内容物0.5 g左右,分别置于灭菌管内,加入磷酸盐缓冲液(PBS)稀释液稀释成为 10^{-1} ,混匀,吸取0.3 mL稀释液转入盛有2.7 mL稀释液试管中稀释至 10^{-2} ,按此方法再依次将盲肠内容物稀释至 10^{-3} 、 10^{-4} 、 10^{-5} 。

滴种:用移液枪吸取100 μL稀释液滴入培养基,每个稀释度做2个重复,以便取其平均值。大肠杆菌在37℃培养箱有氧培养24 h;乳酸杆菌在37℃培养箱中厌氧培养48 h。

菌群培养及计数:生长良好的大肠杆菌在麦康凯琼脂上为红色或粉红色菌落,表面光滑且有光泽,凸起,菌落周围有混浊胆盐沉淀圈,边缘整齐不透明。生长良好的乳酸杆菌在LBS培养基上

为乳白色稍偏黄的圆形小菌落,表面光滑,中央呈乳状突起,边缘整齐不透明,质地软。将培养好的平皿选择合适的浓度梯度以30~300为宜,根据菌落可数性原则,对微生物进行平板菌落计数,求其平均值并计算每克肠道内容物所含的细菌数,以对数值($\lg\text{CFU/g}$)表示。

对微生物进行平板菌群计数,为了防止误差,固定一人从头至尾进行菌落计数。

1.5 数据统计分析

数据采用SPSS 17.0统计软件进行单因素方差分析,差异显著时采用LSD法进行多重比较, $P<0.05$ 为差异显著。

2 结 果

2.1 不同种类酸化剂对肉鸡肠道相对长度的影响

由表2可知,吸附磷酸组、微囊化磷酸组、吸附磷酸乳酸组、富马酸组、甲酸组和柠檬酸组肉鸡在21和42日龄时各肠段的相对长度与对照组相比均差异不显著($P>0.05$)。

2.2 不同种类酸化剂对肉鸡肠道相对重量的影响

由表3可知,吸附磷酸组、微囊化磷酸组、吸附磷酸乳酸组、富马酸组、甲酸组和柠檬酸组肉鸡在21和42日龄时各肠段的相对重量与对照组相比均差异不显著($P>0.05$)。

2.3 不同种类酸化剂对肉鸡小肠食糜消化酶活性的影响

由表4可知,肉鸡21日龄时,甲酸组和柠檬酸组的胰蛋白酶活性均显著高于对照组($P<0.05$);微囊化磷酸组和柠檬酸组的糜蛋白酶活性均显著高于对照组($P<0.05$)。肉鸡42日龄时,除微囊化磷酸组外,其他各试验组的胰蛋白酶活性均较对照组有显著提高($P<0.05$);除吸附磷酸乳酸组和甲酸组外,其他各试验组的糜蛋白酶活性均显著高于对照组($P<0.05$),且以吸附磷酸组效果最为明显。

2.4 不同种类酸化剂对肉鸡盲肠微生物数量的影响

由表5可知,各种酸化剂的添加均对肉鸡盲肠乳酸杆菌数量无显著影响($P>0.05$),但饲料中添加富马酸、甲酸和柠檬酸均显著降低了42日龄肉鸡盲肠大肠杆菌数量($P<0.05$)。

表2 不同种类酸化剂对肉鸡肠道相对长度的影响

Table 2 Effects of different kinds of acidifier on relative intestinal tract length of broiler chickens cm/kg BW

项目 Items	对照组 Control group	吸附 磷酸组 PA group	微囊化 磷酸组 CPA group	吸附磷酸 乳酸组 PLA group	富马酸组 FUA group	甲酸组 FA group	柠檬酸组 CA group	SEM	<i>P</i> 值 <i>P</i> -value
21 日龄 21 days of age									
十二指肠 Duodenum	44.30	45.14	43.82	42.39	42.66	44.85	43.49	0.673	0.928
空肠 Jejunum	104.28	112.04	112.34	105.69	111.49	114.54	108.46	1.403	0.412
回肠 Ileum	108.27	114.53	118.63	109.31	114.81	117.15	108.62	1.524	0.356
盲肠 Cecum	20.28	21.44	20.91	19.66	21.08	21.91	20.69	0.286	0.468
直肠 Rectum	10.04	9.97	10.31	9.45	9.97	10.16	9.69	0.160	0.857
42 日龄 42 days of age									
十二指肠 Duodenum	16.46	16.94	16.41	16.22	17.11	15.85	17.75	0.238	0.393
空肠 Jejunum	38.97	40.88	41.09	42.29	42.11	40.49	43.17	0.533	0.437
回肠 Ileum	39.99	43.81	43.09	43.00	45.53	39.64	43.82	0.764	0.323
盲肠 Cecum	9.62	9.60	8.92	9.26	9.91	8.80	9.56	0.165	0.533
直肠 Rectum	5.08	4.50	4.78	4.64	4.77	4.51	4.75	0.091	0.662

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.

表3 不同种类酸化剂对肉鸡肠道相对重量的影响

Table 3 Effects of different kinds of acidifier on relative intestinal tract weight of broiler chickens g/kg BW

项目 Items	对照组 Control group	吸附磷酸组 PA group	微囊化 磷酸组 CPA group	吸附磷酸 乳酸组 PLA group	富马酸组 FUA group	甲酸组 FA group	柠檬酸组 CA group	SEM	<i>P</i> 值 <i>P</i> -value
21 日龄 21 days of age									
十二指肠 Duodenum	13.80	15.73	14.07	14.52	15.17	15.71	15.39	0.288	0.399
空肠 Jejunum	23.16	24.66	25.64	25.66	26.05	25.84	25.17	0.317	0.197
回肠 Ileum	20.25	21.28	20.43	21.06	21.39	22.27	21.30	0.348	0.813
盲肠 Cecum	7.43	6.99	7.24	6.88	7.02	7.47	6.44	0.153	0.617
直肠 Rectum	2.38	2.20	2.56	2.42	2.51	2.79	2.53	0.053	0.113
42 日龄 42 days of age									
十二指肠 Duodenum	7.11	7.31	7.68	7.56	7.70	7.01	7.74	0.120	0.527
空肠 Jejunum	12.38	13.50	13.79	13.97	13.35	12.80	13.42	0.206	0.422
回肠 Ileum	9.86	9.72	10.32	10.31	10.44	8.90	10.06	0.153	0.100
盲肠 Cecum	2.34	2.49	2.46	2.61	2.39	2.40	2.44	0.042	0.751
直肠 Rectum	1.75	1.77	1.87	2.01	1.79	1.73	1.81	0.045	0.699

3 讨论

3.1 不同种类酸化剂对肉鸡肠道发育和消化酶活性的影响

肉鸡营养物质的消化吸收主要在肠道中进行,因此肉鸡的肠道发育和消化酶活性将直接影

响到其对营养物质的消化、吸收和代谢。目前,关于酸化剂在畜禽生产中促进肠道发育和消化酶活性的应用研究报道主要集中在仔猪上,而在肉鸡方面的研究相对较少。郭鹏等^[2]和罗四维^[5]均研究表明,复合酸化剂的添加可显著降低肉鸡肠道 pH,提高其总蛋白酶活性。孔路军等^[6]研究发现,

饲料中配合添加酸化剂能使肉仔鸡肠内容物总蛋白酶活性增强。本试验研究了不同种类酸化剂对肉鸡各肠段相对长度和相对重量以及小肠胰蛋白酶和糜蛋白酶活性的影响,结果显示,单一无机酸化剂(吸附磷酸)、缓释酸化剂(微囊化磷酸)、复合酸化剂(吸附磷酸乳酸)以及单一有机酸化剂(富马酸、甲酸和柠檬酸)均对肉鸡的肠道发育无

显著影响,但这些酸化剂的添加均可不同程度地提高肉鸡小肠蛋白酶活性。酸化剂的这种促进小肠蛋白酶活性的现象很可能与酸化剂降低了肉鸡胃内 pH,从而激活了胃蛋白酶,使得蛋白质的水解产物增多,进而刺激小肠分泌较多的蛋白酶使蛋白质完全分解吸收密切相关^[3,7]。

表 4 不同种类酸化剂对肉鸡小肠食糜消化酶活性的影响

Table 4 Effects of different kinds of acidifier on small intestinal digestive enzyme activities of broiler chickens

项目 Items	对照组 Control group	吸附磷酸组 PA group	微囊化 磷酸组 CPA group	吸附磷酸 乳酸组 PLA group	富马酸组 FUA group	甲酸组 FA group	柠檬酸组 CA group	SEM	P 值 P-value
21 日龄 21 days of age									
胰蛋白酶 Trypsin/(U/mg)	1.07 ^{cd}	1.19 ^{abc}	1.10 ^{cd}	1.15 ^{bcd}	1.00 ^d	1.33 ^a	1.28 ^{ab}	0.026	0.002
糜蛋白酶 Chymotrypsin/(U/g)	0.41 ^{cd}	0.44 ^{bc}	0.52 ^a	0.43 ^{bc}	0.34 ^d	0.49 ^{abc}	0.50 ^{ab}	0.013	0.001
42 日龄 42 days of age									
胰蛋白酶 Trypsin/(U/mg)	1.26 ^c	1.60 ^a	1.33 ^{bc}	1.50 ^{ab}	1.62 ^a	1.58 ^a	1.65 ^a	0.032	<0.001
糜蛋白酶 Chymotrypsin/(U/g)	0.44 ^c	0.70 ^a	0.57 ^b	0.53 ^{bc}	0.55 ^b	0.49 ^{bc}	0.60 ^{ab}	0.017	<0.001

表 5 不同种类酸化剂对肉鸡盲肠微生物数量的影响

Table 5 Effects of different kinds of acidifier on cecal microbiota number of broiler chickens

项目 Items	对照组 Control group	吸附磷酸组 PA group	微囊化 磷酸组 CPA group	吸附磷酸 乳酸组 PLA group	富马酸组 FUA group	甲酸组 FA group	柠檬酸组 CA group	SEM	P 值 P-value
21 日龄 21 days of age									
乳酸杆菌 <i>Lactobacillus</i>	7.42	7.14	8.04	7.46	7.58	6.90	7.19	0.113	0.163
大肠杆菌 <i>Escherichia coli</i>	5.96	6.73	7.24	7.00	7.10	6.60	7.11	0.127	0.085
42 日龄 42 days of age									
乳酸杆菌 <i>Lactobacillus</i>	7.40	7.57	6.93	7.34	6.84	6.87	6.70	0.122	0.383
大肠杆菌 <i>Escherichia coli</i>	7.70 ^a	7.24 ^{ab}	6.96 ^{abc}	7.59 ^a	6.66 ^{bc}	6.29 ^c	6.31 ^c	0.130	0.003

3.2 不同种类酸化剂对肉鸡盲肠微生物的影响

肉鸡盲肠中存在着大量的微生物,且大多数有害菌群生长的适宜 pH 都是中性偏碱,如大肠杆菌 pH 为 6.0~8.0,而乳酸杆菌等有益菌群则适宜于在酸性环境中生长繁殖(pH 为 5.4~6.4)^[8]。近年来,随着抗生素时代的过去,利用酸化剂调节盲

肠微生物得到了越来越多的关注。罗四维^[5]研究表明,复合酸化剂的添加可以降低 21 和 42 日龄肉鸡盲肠大肠杆菌数量,但对乳酸杆菌数量没有显著影响。朱宇旌等^[9]研究发现,饲料中添加包被酸化剂能够提高肉鸡盲肠乳酸杆菌数量,降低大肠杆菌数量。李军^[10]研究指出,饲料中添加磷酸

-乳酸复合酸化剂可以降低 21 和 42 日龄肉鸡盲肠大肠杆菌数量,但对乳酸杆菌数量没有显著影响。在本试验中的结果显示,饲料中添加单一有机酸化剂(富马酸、甲酸和柠檬酸)显著降低了 42 日龄肉鸡盲肠大肠杆菌数量,但单一无机酸化剂(吸附磷酸)、缓释酸化剂(微囊化磷酸)和复合酸化剂(吸附磷酸乳酸)的添加均对肉鸡盲肠乳酸杆菌和大肠杆菌的数量无显著影响。由此可以看出,有机酸化剂更有助于肠道微生物菌群的结构优化,减少病原菌感染,为肉鸡提供一个健康的肠道环境。而有机酸化剂较无机酸化剂具有更好的抑制病原菌的作用可以解释为有机酸在较低 pH 下,通常处于非解离状态,非解离的有机酸可以透过细菌和霉菌的细胞膜,一旦进入细胞内,由于胞质中较高的 pH,使有机酸解离,降低胞内 pH,从而影响细菌酶的活性,发挥抑菌作用^[11-12]。

4 结 论

① 饲料中添加单一无机酸化剂(吸附磷酸)可以提高 42 日龄肉鸡小肠胰蛋白酶和糜蛋白酶活性。

② 饲料中添加缓释酸化剂(微囊化磷酸)可以增强 21 和 42 日龄肉鸡小肠糜蛋白酶活性。

③ 饲料中添加复合酸化剂(吸附磷酸乳酸)可以增强 42 日龄肉鸡小肠胰蛋白酶活性。

④ 饲料中添加单一有机酸化剂(富马酸、甲酸和柠檬酸)可以增强 21 和 42 日龄肉鸡小肠胰蛋白酶和糜蛋白酶活性,降低 42 日龄肉鸡盲肠大肠杆菌数量。

参考文献:

[1] 陈代文,张克英,王万祥,等.酸化剂、益生菌和寡糖

对断奶仔猪粪中微生物菌群和免疫功能的影响及其互作效应研究[J].动物营养学报,2006,18(3):172-178.

- [2] 郭鹏,卢建,李军,等.复合酸化剂对肉仔鸡消化道 pH 值和消化酶活性的影响[J].饲料工业,2011,32(11):32-35.
- [3] 张相伦,杨在宾.酸化剂改善动物胃肠道内环境机理的研究[J].饲料博览,2013(11):22-24.
- [4] 张宏福,张莉,方路,等.异麦芽低聚糖对断奶仔猪肠道 VFA 浓度、pH 值及黏膜形态结构的影响[J].动物营养学报,2002,14(1):19-24.
- [5] 罗四维.复合酸化剂对肉仔鸡生产性能和消化道内环境的影响[D].硕士学位论文.扬州:扬州大学,2010:28-50.
- [6] 孔陆军,郑雅文,赖长华,等.EM 和酸化剂配合添加对肉仔鸡消化酶活性和血液生化指标及钙磷代谢的影响[J].山东家禽,2003(6):10-13.
- [7] 朱剑锋,周海泳,胡学锋,等.饲料酸化剂的现状与发展趋势[J].广东饲料,2013,22(3):32-34.
- [8] 秦圣涛,张宏福,唐湘方,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(增刊):515-520.
- [9] 朱宇旌,吴芸彤,季文彦,等.不同环境下包被酸化剂对肉仔鸡生长性能、消化道内环境及血清生化指标的影响[J].动物营养学报,2012,24(5):886-896.
- [10] 李军.磷酸-乳酸复合酸化剂对肉仔鸡生产性能的影响[D].硕士学位论文.扬州:扬州大学,2011:30-38.
- [11] 张祥,张子宏.饲料酸化剂替代抗生药的作用机制[J].饲料研究,2006(9):22-24.
- [12] 冯尚连,尚建钢,孙玥滢,等.乳酸对仔猪肠道大肠杆菌和乳酸杆菌的影响[J].浙江农业学报,2011,23(3):506-510.

Effects of Different Kinds of Acidifier on Intestinal Development, Digestive Enzyme Activities and Microbiota Number of Broiler Chickens

ZHAO Xu¹ SHEN Yiru¹ CHEN Jie² SHI Shourong^{1*}

(1. Poultry Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Yangzhou 225125, China;

2. Shanghai Meinong Biotechnology Co., Ltd., Shanghai 201807, China)

Abstract: To investigate the effects of different kinds of acidifier on intestinal development, digestive enzyme activities and microbiota number of broiler chickens, a total of 840 one-day-old male Arbor Acres (AA) broiler chicks were randomly allocated into 7 treatments with 6 replicates per group and 20 broilers per replicate. The control group was fed a basal diet, and test groups were fed the basal diet supplemented with phosphoric acid (PA), coated phosphoric acid (CPA), phosphoric acid+lactic acid (PLA), fumaric acid (FUA), formic acid (FA) and citric acid (CA), respectively (the H⁺ concentration was 9.18 mmol/kg). The experiment lasted for 42 days. The results showed as follows: 1) dietary supplemented with PA significantly increased the activities of trypsin and chymotrypsin in small intestine at 21 and 42 days of age ($P<0.05$). 2) Dietary supplemented with CPA significantly increased the chymotrypsin activity in small intestine ($P<0.05$). 3) Dietary supplemented with PLA significantly increased trypsin activity in small intestine at 42 days of age ($P<0.05$). 4) Dietary supplemented with FUA significantly increased the activities of trypsin and chymotrypsin in the small intestine at 42 days of age ($P<0.05$), but significantly reduced the number of *Escherichia coli* in cecal at 42 days of age ($P<0.05$). 5) Dietary supplemented with FA significantly increased the trypsin activity in the small intestine at 21 and 42 days of age ($P<0.05$), but significantly reduced the number of *Escherichia coli* in cecal at 42 days of age ($P<0.05$). 6) Dietary supplemented with CA significantly increased the activities of trypsin and chymotrypsin in the small intestine at 21 and 42 days of age ($P<0.05$), but significantly reduced the number of *Escherichia coli* in cecal at 42 days of age ($P<0.05$). In conclusion, PA, CPA and PLA can increase small intestinal digestive enzyme activities; FUA, FA and CA can improve small intestinal digestive enzyme activities, and decrease harmful cecal microbiota number of broilers. [*Chinese Journal of Animal Nutrition*, 2015, 27(11):3509-3515]

Key words: acidifier; intestinal development; digestive enzyme activities; cecal microbiota