



不同种类有机酸 对肉鸡生长性能、养分利用率和 肠道微生态的影响研究

■ 四川农业大学动物营养研究所 / 朱碧泉 丁雪梅 余 冰 吴秀群 陈代文*

摘 要: 本试验研究不同种类有机酸对肉鸡生长性能、养分利用率和肠道微生态的影响。将 240 只 1 日龄艾维茵肉鸡随机分为 4 个处理 (对照组、1.5% 柠檬酸组、1.5% 延胡索酸组、0.2% 复合酸化剂组), 每个处理 6 个重复, 每个重复 10 只鸡。在试验第 17 ~ 20d 和 38 ~ 41d 分别进行代谢试验; 在试验第 21d 和 42d 进行屠宰试验。结果表明: 肉鸡日粮中添加 1.5% 柠檬酸、1.5% 延胡索酸和 0.2% 复合酸化剂不同程度改善肉鸡生产性能; 提高前期阶段饲料能量和养分的利用; 对 42 日龄盲肠内容物的 pH 值有一定影响, 同时, 柠檬酸和复合酸化剂能显著促进肉鸡 42 日龄直肠乳酸杆菌的增殖; 综合分析所有参数, 0.2% 复合酸化剂的作用效果最优。

关键词: 有机酸; 肉鸡; 生长性能; 养分利用率; 微生态

近年来酸化剂作为一种高效、无污染、无残留的保健型饲料添加剂, 越来越受到欢迎。目前, 酸化剂在仔猪和蛋鸡生产中得到一定的应用, 而在肉鸡生产中应用相对较少。在酸化剂的种类上正从单一酸化剂向复合酸化剂方向发展, 但不同的产品因其组分的不同, 其作用效果存在差异。本试验以艾维茵肉鸡为研究对象, 比较研究几种有机酸对肉鸡生产性能、养分利用率和肠道微生态参数的影响, 为生产中有机酸的合理应用提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验设计

采用单因子设计, 共分 4 个处理, 即基础饲料组 (对照组)、基础饲料 +1.5% 柠檬酸、基础饲料 +1.5% 延胡索酸以及基础饲料 +0.2% 复合酸化剂 (广州乐达公司生产), 每个处理 6 个重复, 每个重复 10 只鸡。

1.2 试验饲料

参照我国肉鸡饲养标准 (1986) 及 NRC (1994) 肉鸡营养需要分两阶段 (1 ~ 3 周龄和 4 ~ 6 周龄) 配制试验基础饲料 (表 1), 分别在基础饲料中添加相应有机酸构成试验饲料。

1.3 试验动物及饲养管理

试验在四川农业大学动物营养研究所试验场进行。240 只 1 日龄健康、体重一致的艾维茵肉鸡, 随机分为 24 组, 每组 10 只。鸡只笼养, 按常规饲养管理及免疫程序接种疫苗, 自由采食和饮水。

1.4 考察指标

1.4.1 生产性能

表 1 基础饲料配方及营养水平

原料 (%)	1~3周	4~6周	主要营养指标	1~3周	4~6周
玉米	57.90	62.90	ME (MJ/kg)	12.72	12.51
豆粕	23.00	21.00	CP (%)	20.80	19.35
膨化大豆	10.00	9.00	Ca (%)	1.02	0.97
鱼粉	4.00	3.00	总P (%)	0.79	0.76
大豆油	1.00	0.00	AP (%)	0.62	0.59
食盐	0.30	0.30	Met (%)	0.56	0.53
氯化胆碱	0.10	0.10	Met+Cys (%)	0.89	0.85
磷酸氢钙	1.50	1.50	Lys (%)	1.32	1.21
碳酸钙	0.80	0.80			
DL-lys	0.20	0.20			
Met	0.20	0.20			
预混料	1.00	1.00			
合计	100.00	100.00			

注: 1. 预混料中含有 0.05% 复合多维; 0.01% 的抗氧化剂; 0.01% 的抗球虫剂 (地克株力)。
2. 每 kg 日粮含 VA25000IU, VD₃5000IU, VE12.5IU, VK₃2.5mg, VB₁1.0mg, VB₂8.0mg, VB₆3.0mg, VB₁₂15μg, 烟酸 17.5mg, 泛酸 12.5mg, 叶酸 250μg, 生物素 0.4 mg。
3. 每 kg 日粮含 Fe80mg, Cu10mg, Mn80mg, Se0.5mg, I 0.35mg, 其中 Fe、Cu、Mn、Se、I、分别来源于 FeSO₄·7H₂O, CuSO₄·5H₂O, MnSO₄·H₂O, NaSeO₃, KI。

* 通讯作者, 四川农业大学动物营养研究所所长。 "基金项目: 四川省教育厅自然科学科研项目 (项目编号: 2004A022) 的部分内容。"

在试验第 1d、21d、42d 进行称重，记录各组的采食量，计算日增重和料肉比。

1.4.2 养分利用率

在试验第 17~20d 和 38~41d 分别进行代谢试验。采用常规法测定饲料和粪样中的干物质、粗蛋白、能量、有机物质、钙、磷的含量，计算其表观利用率（杨胜，1993）^[1]。

1.4.3 胃肠道内容物 pH、消化道菌群

在试验第 21d 和 42d，每个重复取 1 只体重接近的鸡进行屠宰，分别测定胃肠道各部位的 pH 值，空肠和直肠内容物中大肠杆菌和乳酸杆菌的数量。

1.5 数据处理

数据用平均数 ± 标准差表示，采用 SPSS 软件对数据进行方差分析和多重比较。

2 结果与分析

2.1 不同种类有机酸对肉鸡生产性能的影响

由表 2 可见，与基础饲料组相比，添加 1.5% 柠檬酸和 0.2% 复合酸化剂对肉鸡 1~21 日龄、22~42 日龄以及全期的采食量均有不同程度的改善，但差异不显著；添加 0.2% 复合酸化剂对肉鸡后期和全期增重、料肉比有一定的改善作用。

2.2 不同种类有机酸对肉鸡养分利用率的影响

由表 3 可见，添加各种酸化剂均可在不同程度上改善肉鸡 1~21 日龄饲料能量和养分的利用率；与基础饲料组相比，添加 1.5% 柠檬酸使干物质、蛋白质、有机物和能量利用率分别提高 5.61%（ $p<0.01$ ）、21.54%（ $p<0.01$ ）、4.1%（ $p<0.05$ ）和 2.29%，钙磷利用率分别提高 8.87%（ $p<0.05$ ）和 14.54%（ $p<0.01$ ）；添加 1.5% 延胡索酸使干物质、蛋白

表 2 不同种类有机酸对肉鸡生产性能的影响

指标	时间	处理			
		对照组(基础饲料)	柠檬酸1.5%	延胡索酸1.5%	复合酸化剂0.2%
采食量	1~21d	47.64±3.84	50.88±3.81	48.65±3.39	51.81±3.39
ADFI	22~42d	151.35±14.35	151.88±20.31	146.16±9.50	158.03±12.90
(g/只·d)	1~42d	105.86±9.72	106.67±12.48	101.90±5.07	109.17±9.63
日增重	1~21d	32.87±1.22	34.16±1.79	34.02±1.71	32.48±1.64
ADG	22~42d	70.29±4.28	68.59±7.76	69.27±5.96	75.60±10.40
(g/只·d)	1~42d	56.51±2.77	55.74±6.07	54.87±1.82	58.05±4.87
料肉比	1~21d	1.46±0.15	1.49±0.11	1.44±0.04	1.60±0.16
F/G	22~42d	2.02±0.08	2.05±0.17	2.08±0.13	1.94±0.07
	1~42d	1.82±0.04	1.85±0.12	1.85±0.07	1.80±0.04

表 3 不同种类有机酸对肉鸡养分利用率的影响 (%)

指标	时间	处理			
		对照组(基础饲料)	柠檬酸1.5%	延胡索酸1.5%	复合酸化剂0.2%
干物质	1~21d	67.85±0.97 ^{aa}	71.66±2.29 ^{bb}	70.61±1.04 ^{baB}	69.46±2.35 ^{abAB}
DM	22~42d	70.98±1.92	70.84±2.75	69.70±2.18	70.83±0.91
蛋白质	1~21d	48.00±3.39 ^{aa}	58.34±3.51 ^{cb}	55.52±1.06 ^{cbCB}	53.87±4.07 ^{bb}
CP	22~42d	50.51±3.37	48.60±5.21	45.89±3.94	49.24±1.93
有机物	1~21d	71.84±0.89 ^a	74.79±2.04 ^c	74.11±0.85 ^{bc}	72.52±2.04 ^{ab}
OM	22~42d	73.45±1.71	73.01±2.56	71.75±2.04	72.58±0.96
能量	1~21d	75.22±0.84	76.94±2.28	76.85±0.87	77.24±1.80
GE	22~42d	77.83±1.57	77.64±2.13	76.79±1.62	77.17±1.00
钙	1~21d	54.46±2.88 ^{bb}	59.29±2.94 ^{cb}	56.24±1.79 ^{cbCB}	45.29±5.42 ^{aa}
Ca	22~42d	35.81±4.77 ^{aa}	35.24±6.02 ^{aa}	36.84±4.24 ^{abAB}	44.46±4.23 ^{bb}
磷	1~21d	49.19±3.37 ^{abAB}	56.34±3.63 ^{bc}	54.52±1.90 ^{bcBC}	46.12±4.80 ^{aa}
P	22~42d	48.88±4.39 ^{bcAB}	42.39±5.74 ^{aa}	46.71±2.89 ^{abAB}	52.59±2.60 ^{cb}

注：1~21 日龄：试验第 17~20 日养分利用率；22~42 日龄：试验第 38~41 日养分利用率；同行肩标字母相同者表示差异不显著（ $P>0.05$ ），同行肩标小写字母不同者表示差异显著（ $p<0.05$ ），同行肩标大写字母不同者表示差异极显著（ $p<0.01$ ），下同。

质、有机物和能量利用率分别提高 4.07%（ $p<0.05$ ）、15.67%（ $p<0.01$ ）、3.16%（ $p<0.05$ ）和 2.17%，钙磷利用率分别提高 3.60%（ $p<0.05$ ）和 10.84%（ $p<0.05$ ）；添加 0.2% 复合酸化剂使干物质、蛋白质、有机物和能量利用率分别提高 2.37%、12.22%（ $p<0.01$ ）、0.95% 和 2.69%，显著降低钙的利用率，而对磷利用率无影响。在 21~42 日龄添加不同种类的酸化剂对饲料干物质、蛋白质、有机物和能量利用率无明显改善作用。

2.3 不同种类有机酸对肉鸡消化道内容物 pH 值的影响

由表 4 可见，与对照组相比，添加 1.5% 延胡索酸组显著降低 42 日龄十二指肠内容物 pH 值；0.2% 复合酸化剂显著提高 21 日龄肉鸡盲

肠内容物 pH 值而显著降低 42 日龄肉鸡盲肠内容物的 pH 值。

2.4 不同种类有机酸对肉鸡空肠和直肠微生物菌群的影响

由表 5 可见，与对照组相比，添加各种酸化剂对 21 日龄和 42 日龄空肠大肠杆菌和乳酸杆菌没有显著的影响；而对 42 日龄直肠大肠杆菌和乳酸杆菌有不同程度的影响，1.5% 柠檬酸组和 0.2% 复合酸化剂组均显著高于基础日粮组（ $p<0.05$ ），从乳酸杆菌和大肠杆菌的比例来看添加酸化剂对直肠菌群的影响大于空肠，且 42 日龄时影响更明显，仍以乳酸杆菌为优势菌群。

3 讨论

3.1 对肉鸡生产性能的影响

仔猪饲料中添加酸化剂的研究

表 4 不同种类有机酸对肉鸡胃肠道各部位 pH 值的影响

胃肠道	时间	处理			
		对照组 (基础饲料)	柠檬酸1.5%	延胡索酸1.5%	复合酸化剂0.2%
肌胃	21d	3.32±0.67	3.31±0.77	2.89±0.76	3.34±1.04
	42d	3.99±0.24	4.19±0.19	3.93±0.14	4.22±0.36
腺胃	21d	4.10±1.04	4.00±0.93	3.58±0.80	3.74±1.11
	42d	3.99±0.31	4.10±0.14	3.93±0.19	4.13±0.30
十二指肠	21d	6.10±0.43	5.78±0.22	5.89±0.33	6.11±0.26
	42d	5.55±0.25 ^b	5.53±0.39 ^b	5.05±0.42 ^a	5.33±0.29 ^{ab}
空肠	21d	6.32±0.11	6.15±0.20	6.00±0.58	6.31±0.21
	42d	6.29±0.13	6.11±0.24	6.10±0.52	6.27±0.36
回肠	21d	7.55±0.25 ^{ab}	7.37±0.50 ^a	7.66±0.46 ^b	7.50±0.15 ^{ab}
	42d	7.28±0.84	7.50±0.20	7.50±0.33	7.09±0.43
盲肠	21d	6.14±0.60 ^a	6.73±0.28 ^b	6.60±0.28 ^{ab}	6.94±0.25 ^b
	42d	7.48±0.23 ^b	6.52±0.75 ^a	6.87±0.79 ^{ab}	6.70±0.52 ^a

表 5 不同种类有机酸对肉鸡肠道微生物菌群的影响

肠道	菌群	时间	处理			
			对照组 (基础饲料)	柠檬酸1.5%	延胡索酸1.5%	复合酸化剂0.2%
空肠	大肠杆菌	21d	7.467±0.607	6.533±1.274	6.512±1.435	7.537±1.902
	杆菌	42d	7.195±0.789 ^{ab}	7.220±0.927 ^{ab}	6.507±0.447 ^a	7.562±0.937 ^b
	乳酸杆菌	21d	7.290±0.386	6.836±0.786	6.897±0.050	7.846±1.529
	杆菌	42d	7.342±1.118	7.338±0.961	7.088±0.336	7.782±1.129
	乳/大	21d	0.976	1.046	1.059	1.041
		42d	1.020	1.016	1.089	1.029
直肠	大肠杆菌	21d	8.935±0.824	8.360±1.048	8.502±0.520	9.087±0.897
	杆菌	42d	7.658±0.483 ^a	8.487±0.488 ^b	7.863±0.857 ^{ab}	8.585±0.431 ^b
	乳酸杆菌	21d	8.832±0.962	8.867±1.299	7.938±0.283	8.137±1.368
	杆菌	42d	7.658±0.913 ^a	8.972±0.626 ^{bc}	8.312±1.115 ^{ab}	9.518±0.381 ^c
	乳/大	21d	0.988	1.061	0.933	0.895
		42d	1	1.057	1.057	1.109

较多,大多数报道认为饲料加酸可以改善仔猪生产性能(Jost^[2]等,1993;李德发^[3]等,1993;侯永清^[4]等,1996)。而酸化剂在肉鸡上的研究相对较少。张文举^[5]等(1994)报道,在肉鸡饲料中添加0.4%柠檬酸,可提高肉鸡增重2.97%。王冉^[6]等(2002)也有相似的报道。本试验结果发现在肉鸡日粮中添加1.5%柠檬酸使肉鸡前后期采食量分别提高6.8%和0.35%,1~21日龄平均日增重提高3.92%,而对各阶段及全期的料肉比无明显的改善,添加1.5%延胡索酸使肉鸡1~21日龄采食量和平均日增重分别提高2.12%和3.5%,而对后期生产性能无改善作用;添加0.2%复合酸化剂使肉鸡前期和后期采食量分别提高8.75%和4.41%,对前期增重和料肉比无明显改善作用,而使后期增重提高7.55%,

料肉比降低3.96%。该结果表明,肉鸡饲料中添加不同来源的有机酸均有一定程度改善生产性能的作用,与宁康健^[7](1995)和Versteegh^[8]等(1999)等的报道类似。同时,本试验还发现,在肉鸡生长前期添加单一的有机酸对生产性能的影响有优于复合酸的趋势,且相同剂量的柠檬酸有优于延胡索酸的趋势,原因可能与酸的种类、特性以及最适剂量有关。在生长后期复合酸对肉鸡生产性能的改善明显优于单一酸化剂,其具体原因尚不清楚。

3.2 对肉鸡养分利用率的影响

本试验发现添加柠檬酸、延胡索酸和复合酸化剂均可在不同程度上改善肉鸡1~21日龄饲料干物质、蛋白质、有机物和能量的利用率。该结果与朱文涛^[9]等(2002)在蛋鸡上报道类似,该研究发现

与对照组相比,蛋鸡日粮中分别添加2%的乳酸、磷酸、柠檬酸和双乙酸钠对蛋鸡的干物质和有机物的摄入量、排出量及表观代谢率均无显著影响($p>0.05$),而添加2%的乳酸、柠檬酸和磷酸可提高蛋鸡对饲料粗蛋白的表观利用率6.4%~9.1%($p<0.05$)。在猪日粮中添加酸化剂对养分利用率也有一定的影响,但结果不完全一致。李德发^[3]等(1993)在仔猪料中添加1%柠檬酸,饲料粗蛋白消化率, N 利用率,干物质消化率均提高了6.1%、2.7%和2.28%。Giisting^[10]等(1986)发现简单饲料以2%延胡索酸酸化后,干物质和蛋白质消化率也有提高,而侯永清^[4]等(1996)报道添加酸化剂对蛋白质消化率没有影响。同时,本试验表明在22~42日龄添加酸化剂对饲料干物质、蛋白质、有机物和能量利用率无明显改善作用。出现前后期差异的原因可能与蛋白酶等消化酶有关,幼龄肉鸡由于乳酸和挥发性脂肪酸在胃内生成量有限,外源加酸后,对胃肠道的pH起到一定的调节作用,从而促进酶的活化,提高养分的利用率;到后期阶段,由于消化道发育完善,加酸后其作用降低。

同时,朱文涛^[9]等(2002)的研究还发现添加2%磷酸时,蛋鸡对饲料中钙、磷的表观代谢率分别提高8.8%和10.2%($p<0.05$)。本试验结果也表明,添加柠檬酸和延胡索酸可在不同程度上改善肉鸡1~21日龄饲料钙磷利用率,0.2%复合酸化剂使肉鸡后期饲料钙磷利用率分别提高24.16%($p<0.01$)和7.6%。有机酸在胃肠道可以发挥螯合剂作用,导致矿物质从肠道的吸收增加。Kirchgessner^[11]等(1982)报道了这种有益的螯合效应。但前

后期间,单一酸化剂和复合酸化剂作用效果间差异的原因尚不清楚,有待进一步的研究。

3.3 对肉鸡消化道微生态环境的影响

大多数研究认为酸化剂提高动物生产性能主要应归因于其改善消化道 pH 值和微生物区系的功能。Gedek^[12]等(1993)、Kirchgessner^[11]等(1982)、侯永清^[4]等(1996)均报道饲料酸化后,肠道内有害微生物减少,而乳酸菌增加。本试验发现添加不同来源的酸化剂可在不同程度上降低 42 日龄肉鸡盲肠内容物 pH 值,而此时直肠大肠杆菌和乳酸杆菌的数量均有不同增加,但乳酸杆菌占优势。该结果与王冉^[13]等(2001)的报道存在差异,其研究表明,饲料中添加 0.125% 的富马酸,21 日龄和 42 日龄肉鸡空肠和盲肠中大肠杆菌数量显著下降,乳酸杆菌有不同程度的增加。两者出现差异的原因可能与酸化剂的种类、剂量有一定的关系。但综合分析本试验肉鸡生产性能和对肠道微生物菌群的影响可以发现,复合酸化剂的效果均优于柠檬酸和延胡索酸,这与

翟全志^[14](1994)“复合酸效果好于单一酸”的报道一致。

4 结 论

肉鸡饲料中添加 1.5% 柠檬酸、1.5% 延胡索酸和 0.2% 复合酸化剂能够不同程度改善肉鸡生产性能;

提高前期阶段饲料能量和养分的利用;对 42 日龄盲肠内容物的 pH 值有一定影响,同时,柠檬酸和复合酸化剂能显著促进肉鸡 42 日龄直肠乳酸杆菌的增殖;综合分析所有参数,0.2% 复合酸化剂的作用效果优于 1.5% 柠檬酸和 1.5% 延胡索酸。

参考文献

- [1] 杨胜. 饲料分析及饲料质量检测技术 [M]. 北京:北京农业大学出版社,1993.
- [2] Jost,M., A.Bracher-Jacob. Organic acids in the diet of weaner pigs.Pig News and Information. 1993,14(2):161.
- [3] 李德发等. 仔猪料中添加柠檬酸对营养物质消化率的影响 [J]. 中国饲料,1993,(4):7~9.
- [4] 侯永清,梁敦素,丁斌鹰,等. 早期断奶仔猪日粮中添加不同种类酸化剂的效果 [J]. 中国畜牧杂志,1996,32(6):8~10.
- [5] 张文举. 肉仔鸡日粮中添加柠檬酸的效果 [J]. 畜牧兽医杂志,1994,13(4):10~11.
- [6] 王冉. 周岩民. 邵春荣. 不同酸化剂对肉鸡生产性能影响的研究影响 [J]. 江苏农业科学,2002,(3):65~66.
- [7] 宁康健,吕锦芳,彭光明. 柠檬酸对肉鸡生产性能及免疫功能影响的研究 [J]. 饲料工业,1995,16(1):39~40.
- [8] Versteegh HAJ, et al. Lactic acid has a positive effect on broiler performance[J]. World Poultry, 1999,15(8):16~17.
- [9] 朱文涛,雒秋江,杨开伦,等. 分别添喂 4 种酸化剂对蛋鸡产蛋性能和表观日粮利用率影响的比较 [J]. 新疆农业大学学报,2002,25(4):1~4.
- [10] Giesting,D.W.and R.A.Easter. Acidification status in swine diets[J].Feed Management. Nov. 1986.8(10),53~58.
- [11] Kirchgessner,M.,and F.X.Roth. Fumaric acid as a feed additive in pig nutrition[J]. Pig News and Information. 1982,3(3):259~264.
- [12] Gedek,B., F.X.Roth, M.Kirchgessner, S.Wiehler, A.Bott, U. Eidelsburger. Influence of fumaric acid, hydrochloric acid, sodium formate, tylosin and toyocerin on the microflora in different segment of the gastrointestinal tract.14. Investigations about the nutritive efficacy of organic acid in the rearing of piglets[J]. Pig News and Information. 1993. 14(2):178.
- [13] 王冉,邵春荣,等. 酸化剂对肉鸡肠道微生物数量的影响研究 [J]. 饲料工业,2001,22(7):31~33
- [14] 翟全志. 延胡索酸在畜禽饲养中的应用 [J]. 饲料博览,1994,(2):14~15.

辉煌十年 与您共同走过

杭州汇能生物技术有限公司十周年庆典胜利召开

——奋之十春如山踞，易之百秋似松青

2007 年 5 月 18 日,杭州汇能公司十周年庆典在杭州之江饭店举行,来自各地的 500 余名中外宾朋与汇能人共享十年硕果,共贺汇能十周岁!

庆典大会分为三个篇章:“回顾十年”、“感谢朋友”、“起飞,汇能”,分别从“过去、现在、未来”三个方面展现了汇能人的风采。汇能公司总裁陈贵才博士主持会议;中国畜牧兽医学学会副会长阎汉平、中国饲料工业协会副会长王随元、中国饲料工业协会常务副会长陶一山、浙江省政府参事于连分别发表与会感言;中国农业科学院饲料研究所所长蔡辉益、浙江大学原党委副书记朱深潮、杭州市政协副主席兼统战部部长曾东元、浙江省畜牧兽医局副局长范克强、浙江省农科院副院长徐子伟等领导列席会议。

庆典大会在喜庆的礼炮声中圆满结束,让我们铭记这感动、欢乐的一刻,祝愿汇能公司的明天更加美好!