

# 竹炭和竹醋液对断奶仔猪生长性能、 血液生理生化指标和抗氧化性能的影响

蒋竹英<sup>1,2</sup> 李铁军<sup>1</sup> 唐利华<sup>2</sup> 段杰林<sup>2</sup> 印遇龙<sup>1</sup> 张彬<sup>2</sup> 李丽立<sup>1</sup>

1. 中国科学院亚热带农业生态研究所/中国科学院亚热带农业生态过程重点实验室,长沙 410125;

2. 湖南农业大学动物科技学院,长沙 410128

**摘要** 选用 21 头 35 日龄、平均体质量( $12.22 \pm 1.27$ ) kg DLY(杜长大)断奶仔猪,随机分为 3 个处理,每处理 7 个重复,每个重复 1 头猪。3 个处理分别为基础饲粮(I 组)、基础饲粮+2%竹炭(II 组)、基础饲粮+1%竹醋液(III 组),试验期为 37 d,探讨竹炭和竹醋液对断奶仔猪生长性能、血液生理生化指标和抗氧化性能的影响。结果表明:(1) II、III 组终末质量、ADG、ADFI 和料重比与 I 组相比差异不显著,但是 III 组有提高断奶仔猪终末质量、ADG、ADFI,降低料重比的趋势( $P > 0.05$ ),与 I 组相比终末质量、ADG、ADFI 分别提高了 9.70%、14.74%、6.33% 和料重比降低了 7.17%。(2) 添加竹炭和竹醋液对仔猪血液常规指标无显著性影响,但 III 组的 WBC、RBC、HGB、HTC、PLT 均高于 I 组。(3) 在试验第 15 天,II、III 组 LDH、AST 显著高于 I 组,III 组与 I 组相比差异不显著。其他指标差异不显著。(4) 在试验第 15 天,II、III 组 T-AOC 与 I 组相比显著升高;在试验第 30 天,II、III 组 MDA 与 I 组相比差异不显著,但 III 组与 I 组相比降低了 27.68%( $P > 0.05$ ),III 组显著低于 II 组。结果提示:添加 2% 竹炭和 1% 竹醋液对断奶仔猪前期影响较大,后期影响较小;2% 的竹炭含量可能过高,1% 竹醋液有改善断奶仔猪生长和抗氧化性能及部分血液生理生化指标的趋势。

**关键词** 竹炭; 竹醋液; 生长性能; 血液常规指标; 血清生化指标; 抗氧化性能; 断奶仔猪

**中图分类号** S 828.9    **文献标识码** A    **文章编号** 1000-2421(2013)03-0088-06

添加吸附剂是目前饲料工业中较为普遍使用的一种方式<sup>[1]</sup>,因此,研发新型绿色吸附剂将有利于畜牧养殖业可持续发展。竹炭是竹材热解得到的产物。研究表明,竹炭的比表面积可达  $360 \text{ m}^2/\text{g}$ ,是普通木材的 2~5 倍,若进一步处理可达  $1000 \text{ m}^2/\text{g}$ ,相当于优质木炭,所以竹炭是可以开发的优良吸附材料<sup>[2]</sup>。竹醋液是在竹炭生产过程中获取的液体产品,其主要成分是水、有机酸、酚类、酮类、醇类等物质,可作为饲料添加剂以及农药增效剂或用于土壤消毒、杀菌防病<sup>[3-6]</sup>。目前竹炭和竹醋液在猪试验上的研究尚未见报道,笔者在基础饲粮中添加竹炭和竹醋液,探讨其对断奶仔猪生长性能、血液常规指标、血液生理生化指标及抗氧化指标的影响,旨在为实际生产中吸附剂的选择与应用提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

竹炭和竹醋液,由南京林业大学生物质能源工

程研究室提供。免疫球蛋白 G(IgG)、免疫球蛋白 M(IgM)、碱性磷酸酶(AKP)、血糖(Glu)、总蛋白(TP)、白蛋白(ALB)、肌酸激酶(CK)、乳酸脱氢酶(LDH)、谷丙转氨酶(GPT)、谷草转氨酶(GOT)、尿素氮(BUN)检测试剂盒均购自北京利德曼生化技术有限公司。总抗氧化能力(T-AOC)、过氧化氢酶(CAT)、谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-Px)、超氧化物歧化酶(SOD)和丙二醛(MDA)试剂盒均由南京建成生物工程研究所提供。

### 1.2 试验动物及试验设计

试验选用 21 头 35 日龄、平均体质量( $12.22 \pm 1.27$ ) kg DLY(杜长大)断奶仔猪,随机分为 3 个处理,每处理 7 个重复,每个重复 1 头猪。3 个处理分别为基础饲粮(I 组)、基础饲粮+2% 竹炭(II 组)、基础饲粮+1% 竹醋液(III 组)。试验期为 37 d。基础饲粮参照 NRC(1998)断奶仔猪营养需要配制,其原料组成为:玉米 62.25%、豆粕 16.79%、

收稿日期: 2012-07-06

基金项目: 湖南省自然科学基金项目(12JJ2014)、湖南省科技攻关项目(2011NK3028)和湖南省战略新兴产业科技攻关项目(2011GK4061)

蒋竹英,硕士研究生。研究方向:动物营养与饲料科学。E-mail: hnjiangzhuying@yahoo.com.cn

通讯作者: 李丽立,研究员。研究方向:单胃动物营养。E-mail: lili@isa.ac.cn

膨化大豆 8.00%、鱼粉 5.00%、麦麸 3.00%、豆油 1.74%、预混料 1.00%、石粉 0.98%、磷酸氢钙 0.78%、盐 0.37%、赖氨酸 0.09%。营养水平(计算值):消化能 14.23%、粗蛋白质 19.0%、钙 0.80%、总磷 0.63%、可利用磷 0.40%、赖氨酸 1.15%、蛋氨酸 + 胱氨酸 0.67%、苏氨酸 0.77%、色氨酸 0.22%。其中每千克预混料提供: VA, 1 700 IU; VD<sub>3</sub>, 180 IU; VE, 8 IU; VK, 1.7 mg; VB<sub>1</sub>, 0.9 mg; VB<sub>2</sub>, 2.6 mg; 烟酸, 9.0 mg; 泛酸, 12 mg; 生物素, 0.09 mg; 叶酸, 0.5 mg; VB<sub>12</sub>, 0.013 mg; Fe (FeSO<sub>4</sub>), 70 mg; Zn (ZnSO<sub>4</sub>), 44 mg; Cu (CuSO<sub>4</sub>), 4.4 mg; Mn (MnSO<sub>4</sub>), 8.0 mg; I (CaI<sub>2</sub>), 120 μg; Se (Na<sub>2</sub>SeO<sub>3</sub>), 90 μg。

### 1.3 饲养管理

动物饲养试验在中国科学院亚热带农业生态研究所动物房进行,单圈饲养,每日饲喂 3 次,饲喂时间分别为每天 08:00、12:00 和 18:00,自由采食、饮水,免疫消毒程序按猪场常规方法进行。每天清扫圈舍,以保持圈内清洁。采取自由通风,所有圈舍定期消毒,观察猪只的食欲、精神状况、粪便等情况。

### 1.4 样品采集及测定

1) 生长性能测定。试验开始和结束时,个体空腹称质量;每日观察猪群采食、健康情况,记录饲料消耗情况;试验结束后,计算平均日增重(average daily gain, ADG)、平均日采食量(average daily feed intake, ADFI)和料重比。

2) 血液常规指标和血清生化指标的测定。试验在第 15、30 和第 37 天,早晨 08:00 进行空腹前腔静脉采血,每头猪采血 2 份,1 份肝素钠抗凝用于血常

规检测,检测指标包括白细胞计数(WBC)、红细胞计数(RBC)、血红蛋白浓度(HGB)、红细胞比积(HTC)、血小板计数(PLT)。另 1 份静置 30 min 后以 3 000 r/min 离心 15 min 分离血清,−20 ℃下保存,用 Beckman 公司 CX4 型全自动血液生化分析仪进行测定,检测指标包括 IgG、IgM、AKP、Glu、TP、ALB、CK、LDH、ALT、AST、BUN。所有抗氧化指标的测定严格按试剂盒说明书进行操作。

### 1.5 数据处理

数据经 Excel 2007 整理后,采用 SPSS 17.0 软件中的 one-way ANOVA 过程对处理间的数据进行单因素方差分析,Duncan 氏进行各处理组间多重比较,以  $P < 0.05$  作为差异显著性判断标准。试验数据以平均值±标准误表示。

## 2 结果与分析

### 2.1 竹炭和竹醋液对断奶仔猪生长性能和血液常规指标的影响

从表 1 可知,Ⅱ、Ⅲ 组终末质量、ADG、ADFI 和料重比与Ⅰ 组相比差异不显著( $P > 0.05$ ),但是Ⅲ 组终末质量、ADG、ADFI 和料重比比Ⅰ 组分别提高了 9.70%、14.74%、6.33% 和 7.17%;Ⅱ 组与Ⅰ 组相比,终末质量、ADG 和 ADFI 有降低的趋势,料重比有增加的趋势。添加竹炭和竹醋液对仔猪血液常规指标影响差异不显著( $P > 0.05$ ),但Ⅲ 组 WBC、RBC、HGB、HTC、PLT 比Ⅰ 组分别提高 5.54%、1.31%、1.50%、0.76%、26.00%;Ⅱ 组, RBC、HTC、PLT 比Ⅰ 组分别提高 5.07%、0.14%、6.46%。

表 1 竹炭和竹醋液对断奶仔猪生长性能和血液常规指标(第 15 天)的影响<sup>1)</sup>

Table 1 Effects of bamboo-carbon and bamboo vinegar on growth performance and hematologic indexes(15 d) of weaned piglets

项目 Items	处理 Treatments		
	Ⅰ 组 Group I	Ⅱ 组 Group II	Ⅲ 组 Group III
始质量/kg Initial weight	11.95±0.43	12.36±0.42	12.36±0.62
终末质量/kg Final weight	27.02±0.93	26.50±2.36	29.64±0.64
平均日增重/g ADG	407±0.02	383±0.05	467±0.01
平均日采食量/g ADFI	901±0.01 ab	827±0.06 b	958±0.00 a
料重比 Feed/Gain	2.23±0.08	2.48±0.40	2.07±0.06
白细胞/(10 <sup>9</sup> /L) WBC	25.07±1.57	22.61±0.62	26.46±2.25
红细胞/(10 <sup>12</sup> /L) RBC	6.11±0.29	6.42±0.22	6.19±0.19
血红蛋白/(g/L) HGB	111.33±4.70	110.14±2.09	113.00±3.02
红细胞比积/% HTC	36.75±1.73	36.80±0.75	37.03±0.92
血小板/(10 <sup>9</sup> /L) PLT	185.71±6.51	197.71±15.02	234.00±26.67

1) 同行数据小写字母相同或不标注表示差异不显著( $P > 0.05$ ),小写字母不同表示差异显著( $P < 0.05$ )。下表同。The values with the same or no letter superscripts within the same row mean no significant difference( $P > 0.05$ ), while with different letter superscripts mean significant difference( $P < 0.05$ ). The same as below.

表2 竹炭和竹醋液对断奶仔猪血液生化指标和抗氧化指标的影响

Table 2 Effects of bamboo-carbon and bamboo vinegar on blood indexes and oxidation resistance of weaned piglets

项目 Items	日龄 Days of age/d	处理 Treatments		
		I组 Group I	II组 Group II	III组 Group III
免疫球蛋白 G/(mg/dL) IgG	15	310.98±12.49	303.24±13.10	321.54±13.99
	30	331.11±15.78	325.63±17.91	350.72±12.45
	37	349.00±17.94	339.95±6.47	371.69±5.09
免疫球蛋白 M/(mg/dL) IgM	15	14.42±1.57	16.32±1.38	15.33±1.29
	30	17.20±0.75	21.38±2.58	17.48±1.67
	37	16.05±0.84	20.60±3.02	16.18±1.12
碱性磷酸酶/(U/L) AKP	15	188.14±5.24	171.13±19.78	199.14±14.27
	30	198.50±23.33	162.75±11.33	175.40±15.25
	37	256.00±23.12	242.25±37.03	245.25±38.19
血糖/(mmol/L) GLU	15	5.43±0.97	4.97±0.66	4.95±0.31
	30	5.22±1.12	4.29±0.71	5.39±0.42
	37	7.00±0.40	6.68±0.40	6.64±0.46
总蛋白/(g/L) TP	15	59.89±3.34	66.98±3.29	66.07±2.77
	30	71.90±0.74	71.05±7.04	70.48±0.82
	37	79.00±2.76	82.65±7.15	88.75±8.68
白蛋白/(g/L) ALB	15	27.99±1.16	30.25±1.36	29.66±1.15
	30	32.23±1.13	28.20±0.37	33.26±1.15
	37	39.48±1.40	38.83±1.97	44.93±3.31
肌酸激酶/(g/L) CK	15	1 075.14±265.68	1 533.06±323.03	919.43±174.84
	30	2 172.25±295.44	985.00±358.02	1 106.00±399.68
	37	2 761.00±274.70	2 519.50±481.40	1 944.00±571.11
乳酸盐脱氢酶/(U/L) LDH	15	614.29±74.22 b	929.75±98.79 a	862.71±96.88 ab
	30	694.50±80.84	678.50±45.46	617.60±96.56
	37	902.50±123.69	872.50±106.16	1 019.00±129.82
谷丙转氨酶/(U/L) ALT	15	41.57±4.05	52.42±3.95	52.71±5.26
	30	54.75±3.57	51.75±3.45	52.20±3.06
	37	74.50±3.93	77.00±6.94	93.25±8.60
谷草转氨酶/(U/L) AST	15	64.71±11.06 b	111.29±21.64 a	96.13±9.26 ab
	30	65.25±7.49	65.50±6.54	71.40±13.82
	37	176.25±15.84	146.75±19.38	191.00±25.18
尿素氮/(mmol/L) BUN	15	4.54±0.96	4.38±0.47	3.43±0.31
	30	4.05±0.29	4.55±0.74	3.30±0.43
	37	3.51±0.28	3.21±0.25	3.90±0.36
过氧化氢酶/(U/mg) CAT	15	10.04±3.53	16.50±1.49	18.72±4.88
	30	20.64±1.74	14.57±1.58	16.80±2.47
	37	11.19±0.36	13.16±3.00	7.45±0.80
丙二醛/(nmol/mg) MDA	15	4.07±0.49	4.87±0.38	4.12±0.22
	30	4.19±0.26 ab	5.68±0.92 a	3.00±0.38 b
	37	6.59±0.63	5.30±0.34	5.66±1.03
谷胱甘肽过氧化物酶/U GSH-Px	15	1 625.64±24.59	1 758.16±51.74	1 760.01±48.93
	30	1 483.51±68.75	1 410.79±34.41	1 313.08±203.08
	37	1 487.94±82.51	1 307.42±47.62	1 307.42±74.97
总抗氧化能力/(U/mg) T-AOC	15	5.26±0.81 b	16.54±3.29 a	14.35±3.47 a
	30	12.68±3.63	12.00±2.12	9.41±1.18
	37	11.03±3.24	6.92±1.88	10.08±0.71
超氧化物歧化酶/(U/mg) SOD	15	24.62±0.09	24.64±0.30	24.20±0.02
	30	24.76±0.07	23.77±0.57	24.23±0.11
	37	25.34±0.16	24.86±0.25	24.90±0.03

## 2.2 竹炭和竹醋液对断奶仔猪血液生化指标和抗氧化指标的影响

从表2可知,在试验第15天,Ⅱ组LDH、AST与Ⅰ组相比显著升高,Ⅲ组与Ⅰ组相比差异不显著。在试验第15天,Ⅱ、Ⅲ组T-AOC与Ⅰ组相比显著升高;在试验第30天,Ⅱ、Ⅲ组MDA与Ⅰ组相比差异不显著,但Ⅲ组与Ⅰ组相比降低了27.68%,Ⅲ组显著低于Ⅱ组。Ⅲ组IgG在15、30、37d比Ⅰ组分别提高3.40%、5.92%、6.65%;Ⅱ组IgG在15、30、37d分别降低2.49%、1.66%、2.60%。Ⅲ组IgM在15、30、37d比Ⅰ组分别提高6.31%、1.65%、0.81%;Ⅱ组IgM在15、30、37d分别提高13.18%、24.30%、26.35%。Ⅱ组AKP在15、30、37d分别降低9.04%、18.01%、5.37%。Ⅱ组GLU在15、30、37d分别降低8.47%、17.82%、4.57%。Ⅲ组ALB在15、30、37d比Ⅰ组分别提高5.97%、3.20%、13.80%。Ⅲ组CK在15、30、37d比Ⅰ组分别降低14.48%、49.10%、29.60%。Ⅲ组AST在15、30、37d比Ⅰ组分别升高48.56%、8.61%、7.72%。Ⅲ组MDA在15、30、37d比Ⅰ组分别降低14.48%、49.10%、29.60%。

## 3 讨 论

### 3.1 竹炭和竹醋液对断奶仔猪生长性能和血液常规指标的影响

竹炭在促生长方面的研究未见报道,本试验结果表明添加2%竹炭对断奶仔猪的生长性能没有影响。目前竹醋液在猪试验上的研究尚未见报道,本试验中添加1%竹醋液有促进断奶仔猪生长性能的趋势,可能原因与竹醋液具有抑菌作用、增效作用有关<sup>[6-10]</sup>。

红细胞具有免疫和参与机体免疫调节的功能,是临床检查贫血的主要指标,具有许多与免疫有关的物质:如Ⅰ型补体受体(CR1)、淋巴细胞相关抗原-3(LFA-3)、C<sub>3</sub>b灭活因子、超氧化物歧化酶(SOD)等<sup>[11]</sup>。白细胞是主要免疫细胞之一,其数量多少影响动物免疫能力<sup>[11-12]</sup>,它通过吞噬和产生抗体等方式来抵御和消灭入侵的病原微生物。血小板是哺乳动物血液中的有形成分之一,其功能主要是促进止血和加速凝血,同时还有维护毛细血管壁完整性功能。血红蛋白是高等生物体内负责运载氧

的一种蛋白质,又名血红素,它能从肺携带氧经由动脉血运送给组织,相比红细胞计数能更好地反映运氧功能<sup>[13]</sup>。本试验结果表明竹炭和竹醋液对断奶仔猪的免疫防御功能没有负面影响,对仔猪抵御疾病,维持仔猪健康起到一定的作用,一定程度上说明添加竹炭和竹醋液是安全的,添加竹醋液能改善仔猪的运氧功能,对提升仔猪的止血和凝血功能有一定作用,促进了仔猪的健康,但作用机制仍需进一步的研究。

### 3.2 竹炭和竹醋液对断奶仔猪血液生化指标和抗氧化指标的影响

血液生理生化指标与代谢、营养及健康状况有着密切的联系,是反映动物机体生理机能的重要指标,也是临床医疗和科学研究的重要依据<sup>[14]</sup>。AST和ALT作为评价肝功能的重要指标,可以反映肝脏的受损情况。正常情况下,ALT和AST活性是相对稳定的,当心脏和肝脏组织细胞发生炎症、坏死、中毒等,造成细胞受损或在热冷应激状态下时,转氨酶便会释放到血液里,使血清转氨酶活性升高<sup>[15]</sup>。LDH是糖酵解途径中重要的酶,当机体发生损伤、病变、不良反应等疾病时,血清中LDH的活性升高<sup>[16]</sup>。LDH催化的反应是碳水化合物代谢中无氧酵解的最终反应。在骨骼肌中糖酵解产生的丙酮酸在LDH作用下还原成乳酸,产生ATP供能。血清TP、ALB含量是反映肝脏蛋白质合成能力的重要指标。CK是能量代谢的关键酶之一,骨骼肌中含量最高,血浆中CK、LDH活性的变化常被作为反映应激对仔猪影响的指标<sup>[17]</sup>。CK等的测定均在相同条件下用Beckman公司CX4型全自动血液生化分析仪进行,添加竹炭和竹醋液对仔猪肌酸激酶影响是否存在时间和个体差别效应等,具体原因还有待进一步研究证实。本试验结果表明添加2%竹炭可能含量过高,从而引起了部分血液指标的异常;添加1%竹醋液对血液生化指标无显著性影响,但IgG、IgM、ALB在各试验阶段都有升高的趋势,CK在各试验阶段都有降低的趋势,说明有提高肝脏蛋白质合成、调节机体的体液免疫功能以及提高应激能力的趋势。

SOD活力可以反映机体清除氧自由基的能力,可以判断组织内的自由基水平及脂质过氧化程度<sup>[18]</sup>。GSH-Px是动物体内广泛存在的一种重要

的催化过氧化物分解的酶类,它可将  $H_2O_2$  还原为  $H_2O$ ,作用是清除体内的自由基,保护细胞免受自由基的毒性损伤。T-AOC 是近几年研究发现的用于衡量机体抗氧化系统功能状况的综合性指标,它的大小可反映机体抗氧化酶系统和非酶系统对外来刺激的代偿能力以及机体自由基代谢的状态的强弱。机体 CAT 能特异性清除体内过多的过氧化氢,保护细胞免受过氧化损伤。MDA 作为脂质过氧化的终产物之一,它的含量作为脂质过氧化程度的检测指标,可间接反映机体细胞受自由基攻击损伤的严重程度。本试验结果表明,添加 1% 竹醋液能在一定程度上提高断奶仔猪的抗氧化性能。

本试验结果表明,添加 2% 竹炭和 1% 竹醋液对断奶仔猪前期(试验开始后的 1~15 d)影响较大,后期(试验开始后的 16~37 d)影响较小,可能原因为随着日龄的增长,断奶仔猪自身适应程度、耐受能力相对提高,竹炭和竹醋液对断奶仔猪的作用逐渐减弱。目前竹炭和竹醋液在猪试验上的研究尚未见报道,本试验添加的竹炭或竹醋液仅设了 1 个水平,试验结果表明,添加 2% 竹炭含量可能过高,添加 1% 竹醋液无毒害作用,因此,在竹炭和竹醋液的适宜添加量上,有待更进一步深入研究。

## 参 考 文 献

[1] DIAZ D E, HAGLER W M, HOPKINS B A, et al. Aflatoxin binders I : *in vitro* binding assay for aflatoxin B1 by several potential sequestering agents[J]. *Mycopathologia*, 2002, 156(3): 223-226.

[2] 王高伟,胡光洲,孔倩.竹炭性能的研究进展[J].世界竹藤通讯,2006,4(4):5-7.

[3] 马良进,张昕.竹醋液与杀菌剂混配的抑菌效果[J].东北林业大学学报,2008;36(8):29-42.

[4] 欧敏锐,李忠琴,周训胜,等.福建产竹醋液(竹沥)的组分分析[J].福州大学学报:自然科学版,2003,31(3):360-363.

[5] 王卫平,薛智勇,朱凤香,等.竹醋液及其在农业中的应用[J].中国农业科技导报,2005,7(6):53-55.

[6] 胡春水,梁文斌,李建安.EM、竹醋在经济林无公害栽培中的应用研究[J].江西林业科技,2000(1):4-6.

[7] 罗敏,吴良如,高文惠,等.竹醋液抑菌及增效作用的研究[J].竹子研究汇刊,2004,23(2):46-49.

[8] 李忠琴,郭养浩,陈杰波,等.竹醋液抗致病性真菌的活性研究[J].海峡药学,2003,15(6):49-51.

[9] 黄健屏,林亲雄.竹醋 4 种分馏物的抑菌试验[J].中南林学院学报,1999,19(3):82-84.

[10] 蒋新龙.竹醋液灭菌效果的研究试验[J].竹子研究汇刊,2005, 24(1):50-53.

[11] 陈龙,毛鑫智.血细胞免疫研究进展[J].国外畜牧科技,1999, 26(4):33-36.

[12] 刘恭植.现代医学免疫学[M].南京:江苏科学技术出版社, 2000.

[13] 王建华,伍淳操.抗菌肽和蛋氨酸锌对断奶仔猪部分血液常规指标的影响[J].贵州农业科学,2010,38(3):127-130.

[14] 伍力,耿梅梅,王文策,等.哺乳仔猪发育期血液生化指标动态变化规律研究[J].西南农业学报,2010,23(2):570-575.

[15] 段铭,高宏伟,梁鸿雁.吡啶羧酸铬对肉仔鸡血清生化指标及肝脏中相关酶基因表达的影响[J].畜牧兽医学报,2003,34(4): 336-339.

[16] 袁雪波,马黎,陈克麟,等.丙氨酸谷氨酰胺二肽对哺乳仔猪生长性能、小肠形态学和血清生化指标的影响[J].动物营养学报,2011,23(1):94-101.

[17] 王镜岩,朱圣庚,徐长法.生物化学[M].3 版.北京:高等教育出版社,2002:347-348.

[18] 闫俊书,单安山,王环宇.五味子提取物对 AA 肉仔鸡抗氧化功能的影响[J].中国畜牧杂志,2008,44(17):33-37.

## Effects of bamboo-carbon and bamboo vinegar on blood indexes and antioxidant capacity in weaned piglets

JIANG Zhu-ying<sup>1,2</sup> LI Tie-jun<sup>1</sup> TANG Li-hua<sup>2</sup>  
DUAN Jie-lin<sup>2</sup> YIN Yu-long<sup>1</sup> ZHANG Bin<sup>2</sup> LI Li-li<sup>1</sup>

1. *Scientific Observing and Experimental Station of Animal Nutrition and Feed Science in South-Central, Ministry of Agriculture, Hunan Provincial Engineering Research Center of Healthy Livestock and Poultry/Key Laboratory of Agro-ecological Processes in Subtropical Region, Institute of Subtropical Agriculture, Chinese Academy of Sciences, Changsha 410125, China*;

2. College of Animal Science and Technology, Hunan Agricultural University,  
Changsha 410128, China

**Abstract** A total of 21 crossbred (Duroc×Landrace×Large white) weaned piglets with an average body weight of  $(12.22 \pm 1.27)$  kg were randomly assigned into 3 groups with 7 replicates per group and 1 piglet in each replicate. The 3 groups were as the following: basal diet (group I), basal diet + 2% bamboo carbon (group II) and basal diet + bamboo vinegar 1% (group III). The experiment lasted for 37 d. This experiment was conducted to study effects of bamboo-carbon and bamboo vinegar on growing performance, physiological and biochemical indexes of blood and antioxidant capacity of weaned piglets. The results showed that: (1) There were no significant differences of final weight, ADG, ADFI, the ratio of feed to gain between group II, III and group I ( $P > 0.05$ ). Compared with group I, final weight, ADG, ADFI in group III, had an ascendant trend, increasing with 9.70%, 14.74%, 6.33% ( $P > 0.05$ ), respectively, while the ratio of feed to gain had a downtrend ( $P > 0.05$ ), decreasing by 7.17%. (2) There were no significant differences of hematologic indexes between group II, III and group I, but the WBC, RBC, HGB, HTC, PLT of group III were higher than that of group I. (3) On day 15 of the experiment, the activity of LDH and AST of group II was significantly higher than that of group I ( $P < 0.05$ ), but there was no significant difference between group III and group I. There were no significant differences of the other index. (4) The T-AOC of group II and III was significantly higher than that of group I ( $P < 0.05$ ) on day 15 of the experiment. There was no significant difference of MDA between group II, III and group I, but decreased by 27.68% in group III compared with group I, and was significantly lower than in group II. In conclusion, the effects of bamboo-carbon and bamboo vinegar on weaned piglets were more obvious in the early growing period (1-15 d) than in the later growing period (16-37 d). Addition of 2% bamboo-carbon may be too high and the addition of 1% bamboo vinegar can improve the growth performance, physiological, biochemical indexes of blood and antioxidant performance of weaned piglets.

**Key words** bamboo-carbon; bamboo vinegar; growing performance; hematologic indexes; physiological and biochemical blood indexes; antioxidant capacity; weaned piglets

(责任编辑:边书京)