

# 葫芦巴渣及提取物对断奶仔猪生长性能、抗氧化功能和血清生化指标的影响

夏鑫<sup>1,2</sup> 余曼荣<sup>1</sup> 黄慧<sup>1</sup> 符小琴<sup>1</sup> 周应军<sup>2,3\*</sup> 肖定福<sup>1\*</sup>

(1.湖南农业大学动物科学技术学院,长沙 410128;2.湖南今汉药业有限公司,长沙 410014;

3.中南大学湘雅药学院,长沙 410013)

**摘要:** 本试验旨在研究饲料中添加葫芦巴渣及提取物对断奶仔猪生长性能、抗氧化功能和血清生化指标的影响。试验选取 21 日龄体重相近的健康断奶仔猪 160 头,随机分为 4 组,每组 5 个重复,每个重复 8 头猪。对照组饲喂基础饲料,试验组(I组、II组和III组)分别在基础饲料中添加 5%葫芦巴渣、5%葫芦巴渣复合物(含 0.05%葫芦巴提取物)、5%葫芦巴渣复合物(含 0.10%葫芦巴提取物)。预试期 3 d,正试期 21 d。结果表明:1) II组和III组断奶仔猪的平均日增重(ADG)与对照组无显著差异( $P>0.05$ );II组和III组断奶仔猪的平均日采食量(ADFI)显著高于对照组( $P<0.05$ ),分别升高了 9.22%和 9.19%;试验组断奶仔猪料重比(F/G)显著高于对照组( $P<0.05$ );各组之间断奶仔猪腹泻率差异不显著( $P>0.05$ )。2) II组和III组断奶仔猪血清总抗氧化能力(T-AOC)及总超氧化物歧化酶(T-SOD)、过氧化氢酶(CAT)显著高于对照组( $P<0.05$ ),I组、II组和III组断奶仔猪血清丙二醛(MDA)含量显著低于对照组( $P<0.05$ )。各组之间断奶仔猪血清谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-Px)活性差异不显著( $P>0.05$ )。3) II组和III组断奶仔猪血清肌酐(CREA)含量显著低于对照组( $P<0.05$ ),III组断奶仔猪血清葡萄糖(GLU)含量显著低于对照组( $P<0.05$ ),II组和III组断奶仔猪血清尿素氮(UN)含量显著高于对照组( $P<0.05$ )。各组之间断奶仔猪血清谷草转氨酶(AST)、谷丙转氨酶(ALT)活性及总胆固醇(TC)、总蛋白(TP)、白蛋白(ALB)、球蛋白(GLO)和甘油三酯(TG)含量差异不显著( $P>0.05$ )。由此可见,饲料中添加 5%葫芦巴渣复合物(分别含 0.05%和 0.10%葫芦巴提取物)对断奶仔猪有诱食效果,能改善机体抗氧化功能,降低血糖水平和保护肾脏,并以添加 0.10%葫芦巴提取物作用效果较好。

**关键词:** 葫芦巴渣;葫芦巴提取物;断奶仔猪;生长性能;抗氧化;血清生化

中图分类号:S816;S828

文献标识码:A

文章编号:1006-267X(2020)03-1118-09

葫芦巴(fenugreek)是属于双子叶植物纲、被子植物门、豆科蝶形花亚科、葫芦巴属的 1 年生草本植物<sup>[1]</sup>,又名芸香草、香苜蓿。葫芦巴起源于地中海地区,在亚洲和非洲广泛种植,偶尔在欧洲种植<sup>[2]</sup>,在我国主要分布于四川、安徽、河南、新疆等地,且南北各地均有栽培,是一种传统的药食两用

资源<sup>[3]</sup>。葫芦巴的功效取决于其生物活性成分,已分离出 100 多种植物化学物质,主要包括多糖、皂苷、生物碱、多酚和黄酮类等。葫芦巴含有多酚化合物<sup>[4]</sup>,具有若干有益作用,例如抗氧化<sup>[5]</sup>、降血糖<sup>[6]</sup>及降胆固醇<sup>[7]</sup>作用。葫芦巴籽中含有丰富的油脂,主要是以亚油酸和亚麻酸为主的不饱和

收稿日期:2019-09-09

基金项目:国家自然科学基金项目(31872991);校企横向项目

作者简介:夏鑫(1994—),男,甘肃陇西人,硕士研究生,研究方向为动物营养。E-mail: 1817158056@qq.com

\* 通信作者:周应军,教授,博士生导师,E-mail: fisher203@126.com;肖定福,副教授,E-mail: xiaodingfu2001@163.com

脂肪酸<sup>[8]</sup>。此外,葫芦巴含有大量的纤维、磷脂、糖脂、蛋白质、脂肪、维生素 A、维生素 B<sub>1</sub>、维生素 B<sub>2</sub>、维生素 C 和多糖等成分,具有极高的营养价值与诸多生理功效<sup>[9]</sup>。虽然葫芦巴在我国作为中药原料已有很长的历史,但我国对葫芦巴的深度和广度却缺乏研究。

仔猪受到断奶应激,表现出采食量降低、生长速度减缓、饲料报酬降低和腹泻等症状,同时,也给仔猪造成巨大氧化应激反应,这种应激是由于自由基的产生和抗氧化防御系统的有效性之间的不平衡造成的<sup>[10]</sup>。孙国栋等<sup>[11]</sup>对葫芦巴提取物体外氧化自由基清除效果进行研究,结果表明葫芦巴提取物对氧化自由基具有较好的清除效果。葫芦巴含有挥发油,带有芳香型气味,会对仔猪产

生诱食作用。因此,本试验在断奶仔猪饲料中添加不同水平的葫芦巴渣及提取物,探讨其对断奶仔猪生长性能、抗氧化功能和血清生化指标的影响,旨在探索葫芦巴渣及提取物在断奶仔猪饲料中的作用效果及其合理添加比例,从而为饲用抗生素替代品探索提供科学依据。

## 1 材料与amp;方法

### 1.1 试验材料

试验所用葫芦巴渣及提取物由湖南今汉药业有限公司提供,3 种添加物分别为葫芦巴渣、葫芦巴渣复合物(含 0.05% 葫芦巴提取物)和葫芦巴渣复合物(含 0.10% 葫芦巴提取物)。经常规营养成分分析,3 种添加物营养水平见表 1。

表 1 3 种添加物营养水平(风干基础)

Table 1 Nutrient levels of three additives (air-dry basis)

%

项目 Items	葫芦巴渣 Fenugreek residue	葫芦巴渣复合物 (含 0.05% 葫芦巴提取物) Fenugreek residue complex (contained 0.05% fenugreek extract)	葫芦巴渣复合物 (含 0.10% 葫芦巴提取物) Fenugreek residue complex (contained 0.10% fenugreek extract)
		能量 Energy/(MJ/kg)	43.22
粗蛋白质 CP	19.92	19.94	19.05
粗纤维 CF	28.85	27.96	25.93
粗脂肪 EE	15.26	8.15	11.67
干物质 DM	99.11	99.11	99.98
粗灰分 Ash	5.57	4.50	4.15
钙 Ca	0.49	0.46	0.51

### 1.2 试验设计和饲料

试验猪为杜洛克与陆川猪的杂交猪,当地称“中里黑猪”,由湖南双峰康源生态养殖公司提供。选择 21 日龄健康断奶仔猪 160 头(平均体重 5 kg 左右),随机分为 4 组,每组 5 个重复,每个重复 8 头猪(公母各占 1/2),各组试验仔猪初始体重差异不显著( $P>0.05$ )。对照组饲喂基础饲料,试验组(I 组、II 组和 III 组)分别在基础饲料中添加 5% 葫芦巴渣、5% 葫芦巴渣复合物(含 0.05% 葫芦巴提取物)、5% 葫芦巴渣复合物(含 0.10% 葫芦巴提取物)。预试期 3 d,正试期 21 d。基础饲料参照 NRC(2012)仔猪营养需要标准并结合生产实践配制,其组成及营养水平见表 2。

### 1.3 饲养管理

本试验在湖南双峰康源生态养殖公司进行。断奶仔猪饲养于全封闭猪舍的半漏缝地板上,试验前对圈舍进行彻底清扫消毒。于每天 08:00、14:00 和 20:00 进行饲喂,每次以吃饱后料槽中略有余料为度。试验期间断奶仔猪自由采食和饮水,舍内温度稳定维持在 25℃ 左右。所有断奶仔猪均按照猪场的常规管理程序进行免疫驱虫,猪舍进行定期消毒,每天清扫圈舍,保持圈内清洁,舍内自然通风。

### 1.4 样品采集与处理

试验第 22 天 08:00,每个重复选取 4 头仔猪(即每个组选取 20 头,共 80 头,公母各 1/2),前腔静脉采血 10 mL,静置 30 min 后,3 500 r/min 离

心 10 min, 分离血清,  $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$  保存待测。

表 2 基础饲料组成及营养水平(风干基础)

Table 2 Composition and nutrient levels of the basal diet (air-dry basis) %

项目 Items	含量 Content
原料 Ingredients	
玉米 Corn	62.70
豆粕 Soybean meal	20.00
鱼粉 Fish meal	5.10
乳清粉 Whey powder	5.00
豆油 Soybean oil	1.00
氯化钠 NaCl	0.32
磷酸氢钙 $\text{CaHPO}_4$	1.10
葡萄糖 Glucose	1.50
柠檬酸 Citric acid	0.50
碳酸钙 $\text{CaCO}_3$	0.30
赖氨酸 Lys	0.50
蛋氨酸 Met	0.13
苏氨酸 Thr	0.15
色氨酸 Ser	0.03
石粉 Limestone	1.02
氯化胆碱 Choline chloride	0.10
预混料 Premix <sup>1)</sup>	0.55
合计 Total	100.00
营养水平 Nutrient levels <sup>2)</sup>	
代谢能 ME/(MJ/kg)	14.10
粗蛋白质 CP	19.53
钙 Ca	0.71
总磷 TP	0.65
有效磷 AP	0.45
赖氨酸 Lys	1.35
蛋氨酸 Met	0.45
苏氨酸 Thr	0.75
色氨酸 Ser	0.22

1) 预混料为每千克饲料提供 The premix provided the following per kilogram of the diet: Fe 110 mg, Zn 100 mg, Cu 20 mg, Mn 15 mg, Se 0.3 mg, I 0.4 mg, VA 6 000 IU, VD 3 400 IU, VE 50 IU, VK<sub>3</sub> 2 mg, VB<sub>1</sub> 3.5 mg, VB<sub>2</sub> 5.5 mg, VB<sub>6</sub> 3.5 mg, VB<sub>12</sub> 25.0  $\mu\text{g}$ , 生物素 biotin 0.05 mg, 叶酸 folic acid 0.3 mg, D-泛酸 D-pantothenic acid 20 mg, 烟酸 niacin 20 mg, 氯化胆碱 choline chloride 500 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.

## 1.5 测定指标及方法

### 1.5.1 生长性能

断奶仔猪在试验开始和结束时分别逐只空腹

称重, 用于计算平均日增重 (ADG); 以栏为单位准确记录仔猪的喂料量和余料量, 计算仔猪的平均日采食量 (ADFI); 根据断奶仔猪的 ADG 和 ADFI, 计算料重比 (F/G)。每日观察断奶仔猪肛门处粪便污染情况和栏上残留粪便的形态, 确定腹泻仔猪头数, 统计各组断奶仔猪的腹泻率。

### 1.5.2 血清抗氧化和生化指标

严格按照试剂盒 (南京建成生物工程研究所生产) 方法测定血清抗氧化指标, 包括总超氧化物歧化酶 (T-SOD)、过氧化氢酶 (CAT)、谷胱甘肽过氧化物酶 (GSH-Px) 活性和总抗氧化能力 (T-AOC) 及丙二醛 (MDA) 含量。MDA 含量采用硫代巴比妥酸法测定, CAT 活性采用可见光法测定, T-SOD 活性采用羟胺法测定, GSH-Px 活性和 T-AOC 采用比色法测定, 详细步骤参考试剂盒说明书。

采用全自动系列化分析仪检测血清谷草转氨酶 (AST)、谷丙转氨酶 (ALT) 活性及总蛋白 (TP)、白蛋白 (ALB)、球蛋白 (GLO)、尿素氮 (UN)、肌酐 (CREA)、葡萄糖 (GLU)、总胆固醇 (TC) 和甘油三酯 (TG) 含量, 详细步骤参考试剂盒说明书。

## 1.6 数据处理与统计分析

试验数据采用 Excel 2013 进行整理, 采用 SPSS 22.0 统计软件进行单因素方差分析 (one-way ANOVA), 采用 Duncan 氏多重比较法进行差异显著性分析,  $P < 0.05$  作为差异显著判断标准。所有结果均以平均值  $\pm$  标准差 (mean  $\pm$  SD) 表示。

## 2 结果

### 2.1 葫芦巴渣及提取物对断奶仔猪生长性能的影响

由表 3 可知, 各组之间断奶仔猪初始体重差异不显著 ( $P > 0.05$ ), 符合试验要求。II 组和 III 组断奶仔猪 ADFI 显著高于对照组 ( $P < 0.05$ ), 分别升高了 9.22% 和 9.19%。II 组和 III 组断奶仔猪 ADG 与对照组差异不显著 ( $P > 0.05$ ); I 组断奶仔猪 ADG 显著低于对照组和 III 组 ( $P < 0.05$ ), 但与 II 组差异不显著 ( $P > 0.05$ )。I 组、II 组和 III 组断奶仔猪 F/G 显著高于对照组 ( $P < 0.05$ )。各组之间断奶仔猪腹泻率差异不显著 ( $P > 0.05$ )。

表 3 葫芦巴渣及提取物对断奶仔猪生长性能的影响

Table 3 Effects of fenugreek residue and extract on growth performance of weaned piglets

项目 Items	组别 Groups			
	对照 Control	I	II	III
初始体重 IBW/kg	4.67±0.75	4.52±0.39	4.57±0.59	4.90±0.15
终末体重 FBW/kg	9.85±1.30	8.95±0.42	9.57±0.74	9.87±0.43
平均日增重 ADG/g	246.43±3.18 <sup>a</sup>	211.43±12.01 <sup>b</sup>	238.09±8.05 <sup>ab</sup>	273.02±15.10 <sup>a</sup>
平均采食量 ADFI/g	331.15±17.02 <sup>b</sup>	339.08±8.00 <sup>b</sup>	361.69±11.18 <sup>a</sup>	361.61±5.19 <sup>a</sup>
料重比 F/G	1.35±0.11 <sup>b</sup>	1.60±0.06 <sup>a</sup>	1.52±0.07 <sup>a</sup>	1.53±0.07 <sup>a</sup>
腹泻率 Diarrhea rate/%	0.03±0.00	0.02±0.00	0.02±0.00	0.00±0.00

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 葫芦巴渣及提取物对断奶仔猪血清抗氧化指标的影响

由表 4 可知, 各组之间断奶仔猪血清 GSH-Px 活性差异不显著 ( $P>0.05$ )。II 组和 III 组断奶仔猪

血清 T-AOC 及 T-SOD、CAT 活性显著高于对照组 ( $P<0.05$ ), I 组与对照组差异不显著 ( $P>0.05$ )。I 组、II 组和 III 组断奶仔猪血清 MDA 含量显著低于对照组 ( $P<0.05$ )。

表 4 葫芦巴渣及提取物对断奶仔猪血清抗氧化指标的影响

Table 4 Effects of fenugreek residue and extract on serum antioxidant indices of weaned piglets

项目 Items	组别 Groups			
	对照 Control	I	II	III
谷胱甘肽过氧化物酶 GSH-Px/(U/mL)	926.02±92.97	939.32±115.41	953.17±112.17	984.72±89.62
总抗氧化能力 T-AOC/(U/L)	2.28±1.24 <sup>c</sup>	2.26±1.64 <sup>c</sup>	10.66±3.74 <sup>a</sup>	9.63±2.85 <sup>b</sup>
总超氧化物歧化酶 T-SOD/(U/mL)	39.87±6.48 <sup>b</sup>	42.76±3.32 <sup>ab</sup>	43.52±4.57 <sup>a</sup>	44.22±3.66 <sup>a</sup>
过氧化氢酶 CAT/(U/mL)	11.46±2.99 <sup>b</sup>	10.27±3.93 <sup>b</sup>	14.66±5.25 <sup>a</sup>	16.65±3.09 <sup>a</sup>
丙二醛 MDA/(nmol/mL)	2.31±0.30 <sup>a</sup>	1.54±0.25 <sup>b</sup>	1.55±0.23 <sup>b</sup>	1.36±0.25 <sup>b</sup>

## 2.3 葫芦巴渣及提取物对断奶仔猪血清生化指标的影响

由表 5 可知, 各组之间断奶仔猪血清 AST、ALT 活性及 TC、TP、ALB、GLO 和 TG 含量差异不显著 ( $P>0.05$ )。II 组断奶仔猪血清 UN 含量显著高于对照组 ( $P<0.05$ )。II 组和 III 组断奶仔猪血清 CREA 含量显著低于对照组 ( $P<0.05$ )。I 组和 II 组断奶仔猪血清 GLU 含量与对照组差异不显著 ( $P>0.05$ ), III 组断奶仔猪血清 GLU 含量显著低于对照组 ( $P<0.05$ )。

## 3 讨论

### 3.1 葫芦巴渣及提取物对断奶仔猪生长性能的影响

仔猪断奶会导致仔猪严重的应激反应, 对仔

猪肠道造成损失, 并且会影响免疫系统, 同时消化吸收能力也随之下落, 影响仔猪的健康、生长、采食量等<sup>[12]</sup>。有研究表明, 在鱼饲料中添加葫芦巴和地衣芽孢杆菌饲喂 3 周后, 与对照组相比, 添加组生长速率和增重显著增加<sup>[13]</sup>。本试验发现, 饲料中添加葫芦巴提取物对断奶仔猪的 ADFI 有显著影响, 添加葫芦巴渣对 ADFI 没有改善, 添加分别含 0.05% 和 0.10% 葫芦巴提取物的葫芦巴渣复合物提高了断奶仔猪 ADFI, 可能是由于葫芦巴提取物具芳香气味, 使饲料具有较好的适口性, 这表明葫芦巴提取物对仔猪具有诱食作用; 与对照组相比, I 组断奶仔猪 ADG 显著降低, II 组和 III 组 ADG 无显著差异, 可能是由于断奶仔猪肠道发育不完善, 葫芦巴渣中高纤维影响了肠道对营养物质的摄入, 使 ADG 降低, 而葫芦巴提取物可提高

采食量并促进仔猪生长,从而缓解葫芦巴渣对营养物质摄入所受的影响。也有可能是葫芦巴渣中某些成分对消化酶有一定的抑制作用<sup>[14]</sup>,从而影

响营养物质的消化和吸收,但具体的作用机制还需进一步研究。

表 5 葫芦巴渣及提取物对断奶仔猪血清生化指标的影响

Table 5 Effects of fenugreek residue and extract on serum biochemical indices of weaned piglets

项目 Items	组别 Groups			
	对照 Control	I	II	III
谷草转氨酶 AST/(U/L)	44.72±13.67	49.21±16.43	44.75±28.27	43.26±11.01
谷丙转氨酶 ALT/(U/L)	57.90±7.73	55.46±9.89	61.74±19.48	60.42±14.37
肌酐 CREA/(μmol/L)	38.12±5.85 <sup>a</sup>	37.35±4.81 <sup>ab</sup>	34.25±5.05 <sup>bc</sup>	33.19±3.32 <sup>c</sup>
尿素氮 UN/(mmol/L)	1.46±0.22 <sup>b</sup>	1.63±0.37 <sup>b</sup>	2.03±0.70 <sup>a</sup>	1.79±0.53 <sup>ab</sup>
葡萄糖 GLU/(mmol/L)	3.34±0.82 <sup>a</sup>	3.16±0.60 <sup>ab</sup>	2.88±0.78 <sup>ab</sup>	2.67±0.58 <sup>b</sup>
总胆固醇 TC/(mmol/L)	2.20±0.38	2.04±0.28	2.15±0.26	2.15±0.34
甘油三酯 TG/(mmol/L)	0.44±0.06 <sup>b</sup>	0.45±0.06 <sup>ab</sup>	0.49±0.08 <sup>a</sup>	0.47±0.05 <sup>ab</sup>
总蛋白 TP/(g/L)	42.76±3.72	43.40±4.17	43.39±4.85	44.11±3.27
白蛋白 ALB/(g/L)	18.57±2.17	18.68±2.90	18.16±1.93	17.84±1.47
球蛋白 GLO/(g/L)	25.46±2.38	24.36±1.95	25.91±1.90	26.98±2.07

断奶应激会破坏仔猪小肠绒毛结构的完整性,降低营养物质的消化率,导致仔猪腹泻,从而降低生长性能。本研究中,饲料添加葫芦巴渣及提取物对断奶仔猪腹泻率没有显著影响,但腹泻率有下降趋势,可能的原因是葫芦巴提取物含有膳食纤维,可以调节机体肠道内的菌群,对形成良好的肠道环境有重要的作用,能够改善断奶仔猪的肠道形态,促进断奶仔猪的免疫发育,从而缓解仔猪断奶应激,对断奶仔猪的生长发育产生有利影响。

### 3.2 葫芦巴渣及提取物对断奶仔猪血清抗氧化指标的影响

活性氧(ROS)的生成与清除处于内部动态平衡状态,当外源性氧化应激超过机体自身的抵抗能力时,就会降低生物体的抗氧化能力从而导致氧化损伤<sup>[15]</sup>。在畜牧业生产中,许多因素都会导致氧化应激,从而对畜牧业健康发展造成不利影响。生物体内的抗氧化系统包括酶防御系统(CAT、GSH-Px、T-SOD)和非酶防御系统[谷胱甘肽(GSH)、维生素E和维生素C],在其共同作用下,消除或防止氧化损伤的过量自由基,从而保护机体健康<sup>[16-17]</sup>。有研究表明,仔猪断奶后会出现肠道功能障碍,抗氧化系统受到抑制,断奶后血清超氧化物歧化酶(SOD)活性降低,MDA含量升高,与抗氧化酶和消化酶相关的基因在断奶后均

有下调<sup>[18]</sup>。王雅等<sup>[19]</sup>研究表明,葫芦巴挥发油有较强的还原能力,对1,1-二苯基-2-三硝基苯肼(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl, DPPH)自由基有较强的清除能力,而葫芦巴多糖的酸解和酶解产物对超氧阴离子自由基( $O_2^{\cdot -}$ )和羟基自由基( $\cdot OH$ )有较强的体外清除作用,并且对 $\cdot OH$ 的清除作用较 $O_2^{\cdot -}$ 更为显著<sup>[20]</sup>。另有研究表明,葫芦巴黄酮也对DPPH自由基有清除能力,显示出具有一定的体外抗氧化活性<sup>[21]</sup>。Ktari等<sup>[22]</sup>从葫芦巴种子中分离得到了一种新型的葫芦巴水溶性多糖(fenugreek water-soluble polysaccharide, FWSP),该多糖由葡萄糖酸聚合物组成,研究结果表明,FWSP对脂肪和肌红蛋白氧化有显著的抑制作用,表明FWSP是一种有效的抗氧化剂。Joglekar等<sup>[23]</sup>研究了葫芦巴籽的成分及抗氧化能力,结果表明葫芦巴籽的还原能力较弱,然而对超氧化物和自由基的清除能力较强。Tanko等<sup>[24]</sup>研究发现,对高脂血症大鼠饲喂葫芦巴能显著增加其血清CAT、SOD和GSH-Px活性,而MDA含量显著降低,表明葫芦巴可能通过调控糖尿病大鼠抗氧化酶参与抗氧化防御系统的恢复。有研究表明,单独或与益生菌联合使用葫芦巴补充物可被认为是天然抗氧化剂的良好来源,并可作为金头鲷的功能性水产饲料成分<sup>[25]</sup>。Guardiola等<sup>[26]</sup>在金边海鲷饲料中加入葫芦巴粉,结果提高了 $\cdot OH$ 的清

除能力,表明葫芦巴提取物具有很高的抗氧化活性。本试验研究中,饲料中添加葫芦巴提取物显著提高血清 T-SOD 和 CAT 的活性,显著降低了血清 MDA 含量,与以上报道相一致。由此说明,葫芦巴渣及提取物的抗氧化能力是多种活性成分之间协同增效的结果,从而维持机体健康,促进生长,对缓解仔猪断奶应激有重要意义。

### 3.3 葫芦巴渣及提取物对断奶仔猪血清生化指标的影响

血清生化指标能够反映动物机体代谢和组织细胞通透性,也能够反映机体生理状态和自身的健康状况。ALT 和 AST 均为细胞内酶,是 2 种重要的氨基酸转移酶,其活性可以在一定程度上反映机体肝脏和心脏的健康状况。本试验研究中,饲料添加葫芦巴渣及提取物对断奶仔猪血清 ALT、AST 没有显著影响,表明饲料添加葫芦巴渣及提取物对仔猪肝脏和心脏无不良影响。血清 TP 和 ALB 含量的高低能直接反映机体蛋白质合成代谢的强弱<sup>[27]</sup>,TP 含量越高则机体蛋白质合成效率越高,ALB 由肝脏合成,能够反映机体营养状态和蛋白质代谢情况。本研究结果表明,饲料添加葫芦巴渣及提取物对断奶仔猪血清 TP 和 ALB 含量没有显著影响,但有升高趋势,表明饲料添加葫芦巴渣及提取物对断奶仔猪的蛋白质合成、体内代谢及机体健康生产无不良影响。

CREA 是动物肌肉分解的主要产物,是肾脏功能强弱的主要评价指标,能反映机体蛋白质分解程度的强弱,而 UN 是蛋白质分解的最终产物,UN 含量的高低可以反映饲料蛋白质利用率的高低<sup>[28]</sup>。本试验中,Ⅱ组断奶仔猪血清 UN 显著高于对照组,这表示断奶仔猪对饲料的转化率低,表现在生长性能方面则断奶仔猪 ADG 没有明显变化,这与试验结果一致。葫芦巴提取物对慢性肾功能衰竭大鼠有明显的治疗作用,能降低血清 CREA 含量,可以有效地减轻肾脏组织的损伤。本试验研究中,Ⅱ组和Ⅲ组断奶仔猪血清 CREA 含量显著低于对照组,表明饲料添加葫芦巴渣及提取物可以有效保护仔猪肾脏免受损失。葫芦巴具有明显的降脂作用,其有效成分主要包括葫芦巴中的生物碱、纤维成分、皂苷类物质、4-羟基异亮氨酸等<sup>[29]</sup>。Jiang 等<sup>[30]</sup>研究表明,葫芦巴的生物活性成分黄酮类化合物,能够降低血清 GLU 含量,其作用机制可能是通过降低胰岛素抵抗、促进

糖异生、保护胰岛细胞和肾脏免受损伤从而发挥对糖尿病的治疗作用。Mukthamba 等<sup>[31]</sup>研究发现,葫芦巴多糖具有降血糖作用。葫芦巴籽的独特活性成分 4-羟基异亮氨酸具有促进脂肪细胞和骨骼肌细胞的 GLU 摄取的作用,从而起到降血糖的作用<sup>[32-33]</sup>。汪佳琦等<sup>[34]</sup>研究发现,葫芦巴组分多糖:皂苷:黄酮=3:6:1 的配伍比例对 1 型糖尿病大鼠的血液 GLU 含量有更佳的调节作用。仔猪在出生 1 周后,血液 GLU 含量会趋于稳定,而仔猪对血液 GLU 的吸收主要通过小肠黏膜,葫芦巴活性成分能够改善仔猪肠道发育,从而促进血液 GLU 的吸收。过高或过低的血液 GLU 含量对仔猪生长发育都是不利的,血液 GLU 含量过低会导致仔猪机体及脑部发育不健全,也会导致营养摄入不足,造成腹泻,严重时造成死亡;而血液 GLU 含量过高,会导致仔猪器官发生病变,从而损害仔猪机体健康,适当的血液 GLU 含量能使机体有效抵御外界不良刺激,有助于提高动物的免疫力,也是体内代谢过程中的重要物质,可以反映机体能量变化。刘正旭<sup>[35]</sup>研究表明,断奶仔猪饲料中添加植物提取物能够使血液 GLU 含量显著下降,可能是由于蛋白质合成代谢增强使得糖代谢供能需求增多所致。本试验结果表明,Ⅲ组断奶仔猪血清 GLU 含量显著降低,可能是由于机体蛋白质合成代谢增强所致,具体机制有待进一步研究。本研究未发现葫芦巴渣及提取物对血清 TG 和 TC 含量有显著影响,与上述报道有出入,可能是因为葫芦巴渣及提取物添加水平过高,导致葫芦巴渣及提取物降脂效果未能表现出来或受到抑制,具体原因有待进一步研究。

## 4 结论

① 饲料中添加 5% 葫芦巴渣复合物(分别含 0.05% 和 0.10% 葫芦巴提取物)可显著提高断奶仔猪 ADFI。

② 饲料中添加 5% 葫芦巴渣复合物(分别含 0.05% 和 0.10% 葫芦巴提取物)可显著提高断奶仔猪的血清 T-AOC 及 T-SOD、CAT 活性,显著降低血清 MDA 含量,提高仔猪抗氧化能力。

③ 饲料中添加 5% 葫芦巴渣复合物(含葫芦巴提取物 0.10%)可显著降低血清 CREA 和 GLU 含量,保护仔猪肾脏。

④ 在添加葫芦巴渣情况下,添加 0.10% 葫芦

巴提取物比添加 0.05% 葫芦巴提取物对断奶仔猪的生长性能、抗氧化功能和血清生化指标作用效果较好。

### 参考文献:

- [ 1 ] WANI S A, KUMAR P. Fenugreek: a review on its nutraceutical properties and utilization in various food products[ J]. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, 2018, 17( 2 ): 97-106.
- [ 2 ] ZANDI P, BASU S K, KKATIBANI L B, et al. Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) seed: a review of physiological and biochemical properties and their genetic improvement [ J]. Acta Physiologiae Plantarum, 2015, 37( 1 ): 171-174.
- [ 3 ] 陈君, 丁万隆, 陈震, 等. 不同种源葫芦巴生长发育特性初步观察[ J]. 中国中药杂志, 2001, 26( 4 ): 237-240.
- [ 4 ] RAYYAN S, FOSSEN T, ANDERSEN M Ø. Flavone C-glycosides from seeds of fenugreek, *Trigonella foenum-graecum* L. [ J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2010, 58( 12 ): 7211-7217.
- [ 5 ] PARI L, MONISHA P, JALALUDEEN A M. Beneficial role of diosgenin on oxidative stress in aorta of streptozotocin induced diabetic rats[ J]. European Journal of Pharmacology, 2012, 691( 1/2/3 ): 143-150.
- [ 6 ] 卢芙蓉, 沈霖, 秦铀, 等. 葫芦巴总皂苷联合磺脲类降糖药治疗 2 型糖尿病 36 例临床观察[ J]. 中国中药杂志, 2008, 33( 2 ): 184-187.
- [ 7 ] 卢芙蓉, 杨胜兰, 沈霖, 等. 葫芦巴提取物对营养性肥胖大鼠糖脂的调节效应[ J]. 世界华人消化杂志, 2012, 20( 30 ): 2902-2906.
- [ 8 ] 尚明英, 王旋, 蔡少青, 等. 葫芦巴油脂成分的分析测定[ J]. 中草药, 1999, 30( 4 ): 256-257.
- [ 9 ] KUMAR H, DUBEY R C, MAHESHWARI D K. Effect of plant growth promoting rhizobia on seed germination, growth promotion and suppression of Fusarium wilt of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) [ J]. Crop Protection, 2011, 30( 11 ): 1396-1403.
- [ 10 ] HALLIWELL B, WHITEMAN M. Measuring reactive species and oxidative damage in vivo and in cell culture: how should you do it and what do the results mean? [ J]. British Journal of Pharmacology, 2004, 142( 2 ): 231-255.
- [ 11 ] 孙国栋, 李新霞, 李琳琳, 等. 葫芦巴提取物化学成分含量测定及体外抗氧化研究[ J]. 新疆医科大学学报, 2013, 36( 6 ): 772-776.
- [ 12 ] XIAO D F, YUAN D X, TAN B H, et al. The role of Nrf2 signaling pathway in *Eucommia ulmoides* flavones regulating oxidative stress in the intestine of piglets[ J]. Oxidative Medicine and Cellular Longevity, 2019, 2019: 9719618.
- [ 13 ] GUARDIOLA F A, BAHY A, BAKHROUF A, et al. Effects of dietary supplementation with fenugreek seeds, alone or in combination with probiotics, on gilt-head seabream (*Sparus aurata* L.) skin mucosal immunity[ J]. Fish & Shellfish Immunology, 2017, 65: 169-178.
- [ 14 ] HERREEA T, NAVARRO D H J, FORNARI T, et al. Inhibitory effect of quinoa and fenugreek extracts on pancreatic lipase and  $\alpha$ -amylase under *in vitro* traditional conditions or intestinal simulated conditions[ J]. Food Chemistry, 2019, 270: 509.
- [ 15 ] GLADE M J, MEGUID M M. A glance at telomeres, oxidative stress, antioxidants, and biological aging[ J]. Nutrition, 2015, 31( 11/12 ): 1447-1451.
- [ 16 ] KIM M H, LEE E J, CHEON J M, et al. Antioxidant and hepatoprotective effects of fermented red ginseng against high fat diet-induced hyperlipidemia in rats [ J]. Laboratory Animal Research, 2016, 32( 4 ): 217-223.
- [ 17 ] KUMAR S, SHARMA U K, SHARMA A K, et al. Protective efficacy of Solanum xanthocarpum root extracts against free radical damage: phytochemical analysis and antioxidant effect[ J]. Cellular and Molecular Biology, 2012, 58( 1 ): 174-181.
- [ 18 ] KHALILI M, ALAVI M, ESMAEIL-JAMAAT E, et al. Trigonelline mitigates lipopolysaccharide-induced learning and memory impairment in the rat due to its anti-oxidative and anti-inflammatory effect [ J]. International Immunopharmacology, 2018, 61: 355-362.
- [ 19 ] 王雅, 赵萍, 任海伟, 等. 微波辅助萃取葫芦巴茎叶挥发油工艺优化及抗氧化性研究[ J]. 食品科学, 2010, 31( 18 ): 120-123.
- [ 20 ] 吴婷, 闫茂华, 张娅, 等. 葫芦巴多糖酸解和酶解产物抗氧化及抗菌活性的比较研究[ J]. 食品科学, 2007, 28( 11 ): 509-512.
- [ 21 ] 陈帅, 王慧竹, 钟方丽, 等. 葫芦巴总黄酮提取工艺及其体外抗氧化活性[ J]. 青岛科技大学学报( 自然科学版), 2015, 36( 6 ): 628-634.
- [ 22 ] KTARI N, FEKI A, TRABELSI I, et al. Structure, functional and antioxidant properties in Tunisian beef sausage of a novel polysaccharide from *Trigonella foenum-graecum* seeds [ J]. International Journal of Biological Macromolecules, 2017, 98: 169-181.

- [23] JOGLEKAR M, MANDAL M, PARALAKOTI M, et al. Comparative analysis of antioxidant and antibacterial properties of *Aegle marmelos*, *Coriandrum sativum* and *Trigonella foenum graecum* [J]. *Acta Biologica Indica*, 2012, 1(1):105-108.
- [24] TANKO Y, KABIRU A, ABDULRASAK A, et al. Effects of fermented ginger rhizome (*Zingiber officinale*) and Fenu Greek (*Trigonella foenum-graecum*) supplements on oxidative stress and lipid peroxidation biomarkers in poloxamer-407 induced-hyperlipidemic wistar rats [J]. *Nigerian Journal of Physiological Sciences*, 2017, 32(2):137-143.
- [25] GUARDIOLA F A, BAHÍ A, MESSINA C M, et al. Quality and antioxidant response of gilthead seabream (*Sparus aurata* L.) to dietary supplements of fenugreek (*Trigonella foenum graecum*) alone or combined with probiotic strains [J]. *Fish & Shellfish Immunology*, 2017, 63:277-284.
- [26] GUARDIOLA F A, BAHÍ A, JIMÉNEZ-MONREAL A M, et al. Dietary administration effects of fenugreek seeds on skin mucosal antioxidant and immunity status of gilthead seabream (*Sparus aurata* L.) [J]. *Fish & Shellfish Immunology*, 2018, 75:357-364.
- [27] 蔡旭滨, 陈凌锋, 檀新珠, 等. 太子参茎叶多糖对断奶仔猪生长性能和血清抗氧化指标、免疫指标及生化指标的影响 [J]. *动物营养学报*, 2016, 28(12):3867-3874.
- [28] LIU H, JI H F, ZHANG D Y, et al. Effects of *Lactobacillus brevis* preparation on growth performance, fecal microflora and serum profile in weaned pigs [J]. *Live-stock Science*, 2015, 178:251-254.
- [29] 周吉银, 江明金, 周世文, 等. 葫芦巴调脂有效成分及其作用机制研究概述 [J]. *中药药理与临床*, 2014, 30(3):157-160.
- [30] JIANG W Y, SI L H, LI P D, et al. Serum metabolomics study on antidiabetic effects of fenugreek flavonoids in streptozotocin-induced rats [J]. *Journal of Chromatography B*, 2018, 1092:466-472.
- [31] MUKTHAMBA P, SRINIVASAN K. Hypolipidemic influence of dietary fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*) seeds and garlic (*Allium sativum*) in experimental myocardial infarction [J]. *Food & Function*, 2015, 6(9):3117-3125.
- [32] JAISWAL N, MAURYA C K, VENKATESWARLU K, et al. 4-Hydroxyisoleucine stimulates glucose uptake by increasing surface GLUT4 level in skeletal muscle cells via phosphatidylinositol-3-kinase-dependent pathway [J]. *European Journal of Nutrition*, 2012, 51(7):893-898.
- [33] 余海, 吴萌, 卢芙蓉, 等. 葫芦巴 4-羟基异亮氨酸对高糖诱导小鼠 3T3-L1 脂肪细胞胰岛素抵抗的影响 [J]. *中国中西医结合杂志*, 2013, 33(10):1394-1399.
- [34] 汪佳琦, 姜文月, 张琳, 等. 葫芦巴中皂苷、黄酮和多糖组分不同配伍对 1 型糖尿病大鼠的降血糖作用 [J]. *吉林大学学报(医学版)*, 2016, 42(6):1081-1086.
- [35] 刘正旭. 竹酢粉对断奶仔猪生产性能、免疫机能及肠道微生物区系的影响 [D]. 硕士学位论文. 扬州: 扬州大学, 2016.



# Effects of Fenugreek Residue and Extract on Growth Performance, Antioxidant Function and Serum Biochemical Indices of Weaned Piglets

XIA Xin<sup>1,2</sup> YU Manrong<sup>1</sup> HUANG Hui<sup>1</sup> FU Xiaoqin<sup>1</sup> ZHOU Yingjun<sup>2,3\*</sup> XIAO Dingfu<sup>1\*</sup>

(1. College of Animal Science and Technology, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China; 2. Geneham Pharmaceutical Co., Ltd., Changsha 410014, China; 3. Xiangya School of Pharmaceutical Sciences, Central South University, Changsha 410013, China)

**Abstract:** This experiment was conducted to study the effects of fenugreek residue and extract on growth performance, antioxidant function and serum biochemical indices of weaned piglets. A total of 160 healthy 21-day-old weaned piglets with similar body weight were randomly divided into 4 groups with 5 replicates per group and 8 pigs per replicate. Pigs in the control group were fed a basal diet, and others in experimental groups (groups I, II and III) were fed basal diets supplemented with 5% fenugreek residue, 5% fenugreek residue complex (contained 0.05% fenugreek extract) and 5% fenugreek residue complex (contained 0.10% fenugreek extract) respectively. The pre-feeding period was 3 days and the formal period was 21 days. The results showed as follows: 1) the average daily gain (ADG) of weaned piglets of groups II and III had no significant difference compared with the control group ( $P>0.05$ ); the average daily feed intake (ADFI) of weaned piglets of groups II and III was significantly higher than that of the control group ( $P<0.05$ ), which increased by 9.22% and 9.19%, respectively; the feed to gain ratio (F/G) of weaned piglets of experimental groups was significantly higher than that of the control group ( $P<0.05$ ); and there was no significant difference in diarrhea rate of weaned piglets among all groups ( $P>0.05$ ). 2) The total antioxidant capacity (T-AOC) and total superoxide dismutase (T-SOD) and catalase (CAT) activities in serum of weaned piglets of groups II and III were significantly higher than those of the control group ( $P<0.05$ ), the serum malondialdehyde (MDA) content of weaned piglets of groups I, II and III was significantly lower than that of the control group ( $P<0.05$ ). There was no significant difference in serum glutathione peroxidase (GSH-Px) activity of weaned piglets among all groups ( $P>0.05$ ). 3) The serum creatinine (CREA) content of weaned piglets of groups II and III was significantly lower than that of the control group ( $P<0.05$ ), the serum glucose (GLU) content of weaned piglets of group III was significantly lower than that of the control group ( $P<0.05$ ), and the serum urea nitrogen (UN) content of weaned piglets of groups II and III was significantly higher than that of the control group ( $P<0.05$ ). There were no significant differences in glutamic oxaloacetic transaminase (AST), alanine aminotransferase (ALT) activities and total cholesterol (TC), total protein (TP), albumin (ALB), globulin (GLO) and triglyceride (TG) contents in serum among all groups ( $P>0.05$ ). In conclusion, dietary supplemented with 5% fenugreek residue complex (contained 0.05% and 0.10 fenugreek extract, respectively) has an attractive effect on weaned piglets, which can improve the antioxidant function, and reduce blood sugar level and protect kidneys, and the effects of supplemented with 0.10% fenugreek extract is better. [*Chinese Journal of Animal Nutrition*, 2020, 32(3):1118-1126]

**Key words:** fenugreek residue; fenugreek extract; weaned piglets; growth performance; antioxidant; serum biochemical

\* Corresponding authors: ZHOU Yingjun, professor, E-mail: fisher203@126.com; XIAO Dingfu, associate professor, E-mail: xiaodingfu2001@163.com (责任编辑 武海龙)