

杞芪提取物对川藏黑猪生长性能和肉品质的影响

李 祯 刘风华* 郝 壮 霍金金 李建东

(北京农学院动物科学技术学院,北京 102206)

摘要: 本试验旨在研究饲料中添加杞芪提取物对川藏黑猪生长性能、肉品质和猪肉抗氧化性能的影响。选取 175 日龄体重为 (70 ± 2) kg 的健康川藏黑猪 50 头,随机分为 2 组,每组 5 个重复,每个重复 5 头猪。对照组饲喂基础饲料,试验组在基础饲料中添加 0.1‰ 的杞芪提取物。试验期 90 d。结果表明:1) 试验组川藏黑猪出栏重、平均日增重和平均日采食量显著高于对照组 ($P<0.05$)。2) 与对照组相比,试验组川藏黑猪猪肉大理石纹显著增多 ($P<0.05$),猪肉维生素 E 含量显著高于对照组 ($P<0.05$),猪肉必需氨基酸、总不饱和脂肪酸和总脂肪酸含量显著高于对照组 ($P<0.05$)。3) 试验组川藏黑猪猪肉过氧化氢酶、总超氧化物歧化酶活性和谷胱甘肽含量显著高于对照组 ($P<0.05$),猪肉丙二醛含量显著低于对照组 ($P<0.05$)。结果提示,在基础饲料中添加 0.1‰ 的杞芪提取物能改善川藏黑猪的生长性能,提升其猪肉营养品质和抗氧化性能。

关键词: 杞芪提取物;川藏黑猪;生长性能;肉品质;抗氧化性能

中图分类号:S816.7

文献标识码:A

文章编号:1006-267X(2020)12-5939-09

川藏黑猪是以藏香猪、梅山猪为育种核心的一类品种,其既保有地方猪种肉质优异、抗病力强的特点,又拥有较高的生长性能。川藏黑猪猪肉呈味物质含量丰富,风味浓郁,有较高的食用价值。我国是猪肉消费大国,人均年消费量已超过韩国和日本达到欧盟水平,但目前仍有很大缺口,所以提高猪肉产量满足市场需求、提升猪肉品质保证食品安全是猪肉生产的重要方向。

中药是我国人民在长期医疗经验中形成的独特智慧,其能够治疗疾病和预防疾病。中药富含大量营养物质和生理活性物质,作为饲料添加剂有促进生长发育、增强免疫等功能。在猪肉生产过程中,饲养不当、环境变化、运输屠宰等外界刺激都有可能引发氧化应激,使内环境稳态失衡,损伤细胞功能和生物膜结构^[1],从而阻碍生长发育和降低猪肉品质。本文将探索在基础饲料中添加杞芪提取物对川藏黑猪生长性能、肉品质和抗氧化性能的影响。

1 材料与amp;方法

1.1 试验材料

杞芪提取物:由本实验室自制,枸杞和黄芪总共 1 500 g,按 1:2 的比例混合,煎煮 3 次,加水 10 倍量,每次 2 h;合并药液,静置过夜,取上清液,浓缩至相对密度为 1.25~1.30(50 ℃),干燥,用淀粉补至 900 g 混匀,即得。其中多糖含量为 114.7 mg/g。

1.2 试验动物和试验设计

试验选用 50 头 175 日龄体重为 (70 ± 2) kg 的健康川藏黑猪,血缘、胎次相近,随机分为 2 组,每组 5 个重复,每个重复 5 头猪。试验期间对照组饲喂基础饲料,试验组饲喂基础饲料+0.1‰ 杞芪提取物,试验期共 90 d。动物免疫程序、畜舍管理方法等与常规养殖一致。

1.3 试验饲料

试验所用基础饲料组成及营养水平见表 1。

收稿日期:2020-05-20

基金项目:北京市科技计划课题(D171100002117002,Z171100004517011);公益性行业(农业)科研专项课题(201403051-07)

作者简介:李 祯(1994—),女,山东莱州人,硕士研究生,研究方向为基础兽医。E-mail:18813011865@163.com

* 通信作者:刘风华,教授,博士生导师,E-mail:liufenghua1209@126.com

表1 基础饲粮组成及营养水平(风干基础)

Table 1 Composition and nutrient levels of the basal diet (air-dry basis) %

项目 Items	含量 Content
原料 Ingredients	
玉米 Corn	34.00
豆粕 Soybean meal	46.00
小麦粉 Wheat flour	12.50
米糠 Rice bran	3.90
豆油 Soybean oil	1.25
磷酸钙 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	0.43
石粉 Limestone	0.92
预混料 Premix ¹⁾	1.00
合计 Total	100.00
营养水平 Nutrient levels ²⁾	
粗蛋白质 CP	14.20
粗纤维 CF	5.10
粗灰分 Ash	6.20
钙 Ca	0.98
总磷 TP	0.57
氯化钠 NaCl	0.41
赖氨酸 Lys	1.01
消化能 DE/(MJ/kg)	13.22

1) 预混料为每千克饲粮提供 Premix provided the following per kg of the diet: VA 12 500 IU, VD₃ 4 500 IU, VE 25 IU, VB₁ 3 mg, VB₂ 7 mg, VB₅ 10 mg, VB₆ 7 mg, VB₁₂ 0.2 mg, 生物素 biotin 0.15 mg, 叶酸 folic acid 1.1 mg, Cu 10 mg, Fe 50 mg, Mn 100 mg, Zn 85 mg, Se 0.3 mg。

2) 营养水平为计算值。Nutrient levels were calculated values.

1.4 生长性能测定

1.4.1 初始均重、出栏均重和平均日增重

试验结束当天逐头称重并记录出栏体重,计算每组猪平均出栏体重以及平均日增重。计算公式:

$$\text{平均日增重 (g/d)} = \text{总增重} / \text{天数} / \text{头数}。$$

1.4.2 平均日采食量和料重比

试验开始时清除槽内余料,然后改喂试验饲粮,记录每天投料重量,试验结束时截料,记录剩余饲粮重量。计算公式:

$$\text{平均日采食量 (g/d)} = \text{总耗料量} / \text{天数} / \text{头数};$$

$$\text{料重比} = \text{平均日采食量} / \text{平均日增重}。$$

1.4.3 屠宰率

屠宰前称取体重,屠宰后对应记录每头猪的胴体重(去头、蹄、尾以及内脏后的重量)。计算

公式:

$$\text{屠宰率} = 100 \times \text{宰后胴体重} / \text{宰前空体重}。$$

1.4.4 平均背膘厚

每头猪选取距离背中线 65 mm 的肩胛后沿、第 11 肋、腰荐接合处 3 个点,使用游标卡尺测量平均值作为平均背膘厚。

1.5 肉品质测定

在对照组和试验组分别随机选 5 头猪,分别取 0.3 cm² 背最长肌样品用 4% 多聚甲醛固定,用于组织切片;另外分别取背最长肌 1 kg,进行氨基酸、脂肪酸和其他基础营养成分含量等肉品质指标的检测,其中 pH 的检测在 4 °C 环境中进行。

1.5.1 猪肉基础营养成分含量

1) 肉色与大理石纹:屠宰后 45 min 内截取厚度约 1.5 cm 的腰背结合处的背最长肌,在没有阳光直射的正常室内光线下使用比色卡比对肉样,分别读取记录肉色和大理石纹比色数值。

2) 组织切片苏丹 IV 染色:用锋利刀片将组织块修成 2 mm×2 mm×5 mm 的小块,依次进行固定、洗涤、脱水、透明、浸蜡、包埋、切片、烤片和脱蜡处理。切片在 Harris 苏木素中淡染 1~2 min,自来水冲洗后移入 70% 酒精 5 s,用苏丹 IV 染液在 56 °C 温箱内染色 30 min 后,在 70% 酒精和蒸馏水中依次洗涤,将切片周围的水分小心擦掉,使用甘油明胶封固。

3) pH: 分别在屠宰后 45 min 和排酸 24 h 后使用 pH 测定仪在腰背结合处背最长肌上刺孔测定,结果分别记为 pH_{45 min} 和 pH_{24 h}。

4) 灰分含量采用 GB 5009.4—2016《食品中灰分的测定》方法测定,粗蛋白质含量采用 GB 5009.5—2016《食品中蛋白质的测定》中的凯氏定氮法测定,粗脂肪含量采用 GB 5009.6—2016《食品中粗脂肪的测定》中的索氏抽提法测定,胆固醇含量采用 GB 5009.128—2016《食品中胆固醇的测定》中的气相色谱法测定,维生素 A 和维生素 E 含量采用 GB 5009.82—2016《食品中维生素 A、D、E 的测定》中的反向高效液相色谱法测定。

1.5.2 猪肉氨基酸和脂肪酸含量测定

氨基酸含量采用 GB 5009.124—2016《食品中氨基酸的测定》方法测定,脂肪酸含量采用 GB 5009.168—2016《食品中脂肪酸的测定》中的内标法测定。

1.5.3 猪肉抗氧化性能测定

猪屠宰劈半后,立即在胴体左侧倒数第 3、第 4 根肋骨间取手掌大小的背最长肌肌肉组织块置于干冰上,于干净处在冰袋上取大约 1 g 肌肉组织于冻存管中,每只猪取 3 管,液氮速冻后,于实验室 -80°C 保存。冻存管组织取 0.2 g 加 1.8 mL 生理盐水,冰水浴中机械研磨成 10% 的组织匀浆,3 000 r/min 低温离心 8 min 后取上清液留用。

过氧化氢酶(CAT)活性测定:经过预试验确定最佳取样浓度为 2%,使用 CAT 试剂盒按说明书操作。谷胱甘肽(GSH)含量测定:使用 GSH 试剂盒,按说明书操作。总超氧化物歧化酶(T-SOD)活性测定:预试验确定最佳取样量为 1% 组织匀浆 0.06 mL,按照超氧化物歧化酶(SOD)试剂盒说明书操作。丙二醛(MDA)含量测定:使用 MDA 试剂盒,按说明书操作。所有试剂盒均为南

京建成生物工程研究所生产。

1.6 数据统计和分析

试验数据采用 SPSS 16.0 软件进行独立样本 t 检验,并进行差异显著性比较,其中 $P < 0.05$ 为差异显著,试验结果用“平均值 \pm 标准差”的形式表示。

2 结果

2.1 杞芪提取物对川藏黑猪生长性能的影响

由表 2 可知,试验组川藏黑猪初始重与对照组无显著差异($P > 0.05$),试验组川藏黑猪出栏重、平均日增重和平均日采食量显著高于对照组($P < 0.05$),试验组料重比低于对照组但差异不显著($P > 0.05$),试验组与对照组的屠宰率和平均背膘厚无显著差异($P > 0.05$)。

表 2 杞芪提取物对川藏黑猪生长性能的影响

Table 2 Effects of *Lycium* and *Astragalus* extract on growth performance of *Chuanzang* black pigs

项目 Items	对照组 Control group	试验组 Experimental group
初始重 Initial weight/kg	70.16 \pm 1.32	69.62 \pm 1.25
出栏重 Final weight/kg	114.41 \pm 1.61	122.37 \pm 1.57 [*]
平均日增重 ADG/(g/d)	492 \pm 14	586 \pm 15 [*]
平均日采食量 ADFI/(g/d)	1 975 \pm 34	2 237 \pm 35 [*]
料重比 F/G	4.01 \pm 0.27	3.82 \pm 0.30
屠宰率 Slaughter rate/%	71.26 \pm 3.01	72.57 \pm 2.62
平均背膘厚 Average backfat thickness/cm	4.40 \pm 0.55	4.68 \pm 0.62

试验组数据肩标 * 表示与相应的对照组数据差异显著($P < 0.05$)。下表同。

The data of the experimental group with * superscripts were significantly different from those of the corresponding control group ($P < 0.05$). The same as below.

2.2 杞芪提取物对川藏黑猪肉品质的影响

2.2.1 猪肉基础营养成分含量

由表 3 可知,与对照组相比,试验组川藏黑猪肉大理石纹显著增多($P < 0.05$),猪肉维生素 E 含量显著提高($P < 0.05$)。在猪肉肉色、pH 以及粗灰分、粗蛋白质、粗脂肪、胆固醇和维生素 A 含量方面,对照组与试验组无显著差异($P > 0.05$)。

由图 1 可知,无论横向切片还是纵向切片,试验组苏丹 IV 染色面积均大于对照组,这说明试验组肌内脂肪含量明显多于对照组。

2.2.2 猪肉氨基酸和脂肪酸含量

由表 4 可知,与对照组相比,试验组川藏黑猪

猪肉 16 种单项氨基酸含量无显著差异($P > 0.05$),必需氨基酸含量显著升高($P < 0.05$),总氨基酸含量虽然差异不显著但提高了 3.4% ($P > 0.05$)。

由表 5 可知,试验组川藏黑猪肉十五碳、棕榈油酸、二十碳一烯酸和二十碳二烯酸含量显著高于对照组($P < 0.05$),其他脂肪酸含量与对照组相比无显著差异($P > 0.05$);试验组川藏黑猪肉总不饱和脂肪酸含量和总脂肪酸含量与对照组相比显著提高($P < 0.05$)。

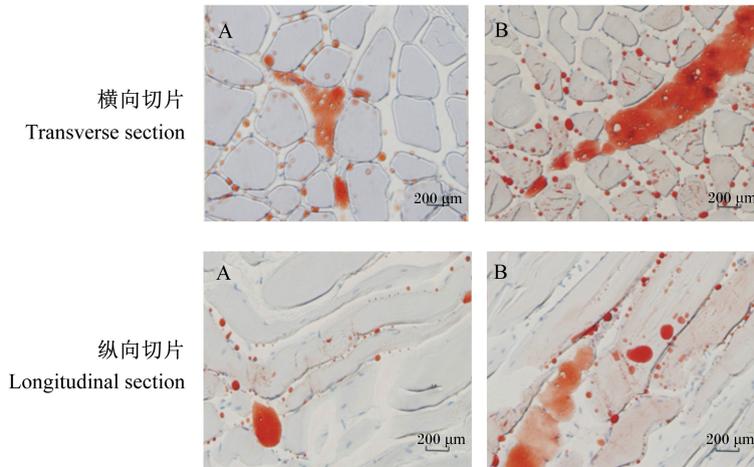
2.2.3 猪肉抗氧化性能

由表 6 可知,与对照组相比,试验组川藏黑猪肉 CAT、T-SOD 活性和 GSH 含量均显著提高($P < 0.05$),猪肉 MDA 含量显著降低($P < 0.05$)。

表 3 杞芪提取物对川藏黑猪猪肉基础营养成分含量的影响

Table 3 Effects of *Lycium* and *Astragalus* extract on basic nutrient content in pork of *Chuanzang* black pigs

项目 Items	对照组 Control group	试验组 Experimental group
肉色 Flesh color	4.58±0.31	4.69±0.28
大理石纹 Marbling	1.81±0.52	2.89±0.50 [*]
pH _{45 min}	5.87±0.12	5.78±0.09
pH _{24 h}	5.35±0.09	5.29±0.03
粗灰分 Ash/%	0.84±0.06	0.84±0.02
粗蛋白质 CP/%	20.40±1.05	19.03±2.97
粗脂肪 EE/%	30.07±1.91	33.06±3.61
胆固醇 Cholesterol/(mg/kg)	271.0±42.2	269.7±84.8
维生素 A Vitamin A/(μg/kg)	498.3±23.2	534.0±22.1
维生素 E Vitamin E/(mg/kg)	0.6±0.2	1.4±0.4 [*]



A 代表对照组; B 代表试验组。

A represented the control group; B represented the experimental group.

图 1 背最长肌组织切片肌内脂肪苏丹IV染色

Fig.1 Sudan IV staining of intramuscular fat in *longissimus dorsi* tissue slices (200×)

表 4 杞芪提取物对川藏黑猪猪肉氨基酸含量的影响

Table 4 Effects of *Lycium* and *Astragalus* extract on amino acid contents in pork of *Chuanzang* black pigs

项目 Items	对照组 Control group	试验组 Experimental group	%
天冬氨酸 Asp	1.45±0.25	1.46±0.04	
苏氨酸 Thr	0.73±0.17	0.77±0.44	
丝氨酸 Ser	0.64±0.11	0.64±0.01	
谷氨酸 Glu	2.31±0.10	2.33±0.45	
脯氨酸 Pro	0.69±0.07	0.77±0.08	
甘氨酸 Gly	0.78±0.09	0.98±0.16	
丙氨酸 Ala	0.90±0.14	1.00±0.06	
缬氨酸 Val	0.76±0.11	0.78±0.05	
蛋氨酸 Met	0.27±0.18	0.26±0.11	

续表 4

项目 Items	对照组 Control group	试验组 Experimental group
异亮氨酸 Ile	0.68±0.12	0.69±0.03
亮氨酸 Leu	1.24±1.98	1.25±0.05
酪氨酸 Tyr	0.53±0.09	0.54±0.23
苯丙氨酸 Phe	0.62±0.09	0.64±0.26
赖氨酸 Lys	1.41±0.05	1.42±0.24
组氨酸 His	0.67±0.09	0.71±0.04
精氨酸 Arg	1.05±0.17	1.09±0.02
必需氨基酸 EAA	7.69±0.91	8.58±0.82 [*]
总氨基酸 TAA	14.77±2.32	15.27±2.35

表 5 杞芪提取物对川藏黑猪猪肉脂肪酸含量的影响

Table 5 Effects of *Lycium* and *Astragalus* extract on fatty acid contents in pork of *Chuanzang* black pigs

项目 Items	对照组 Control group	试验组 Experimental group
癸酸 Decylic acid	134.51±3.05	134.33±4.07
月桂酸 Lauric acid	107.53±2.42	108.67±4.35
十五碳酸 Pentadecanoic acid	67.11±3.42	76.73±2.30 [*]
棕榈酸 Palmitic acid	52.03±0.39	51.87±1.55
硬脂酸 Stearic acid	28.50±0.21	29.27±0.78
花生酸 Arachidic acid	453.62±9.20	455.33±6.71
棕榈油酸 Palmitoleic acid	1.30±0.15	1.97±0.14 [*]
油酸 Oleic acid	83.12±0.27	84.17±1.37
亚油酸 Linoleic acid	19.93±0.26	20.10±0.60
顺-11-二十碳一烯酸 <i>cis</i> -11-eicosenoic acid	1.24±0.01	1.93±0.01 [*]
α-亚麻酸 Alpha linolenic acid	1.37±0.02	1.39±0.05
顺,顺-11,14-二十碳二烯酸 <i>cis</i> , <i>cis</i> -11,14-eicosadienoic acid	0.95±0.02	1.36±0.02 [*]
二高-γ-亚麻酸 Dohomo-γ-linolenic acid	0.18±0.07	0.16±0.04
顺-11,14,17-二十碳三烯酸 <i>cis</i> -11,14,17-eicosatrienoic acid	0.28±0.01	0.29±0.01
花生四烯酸 Arachidonic acid	0.55±0.01	0.57±0.01
总不饱和脂肪酸 Total unsaturated fatty acids	108.92±1.03	201.94±1.12 [*]
总脂肪酸 Total fatty acids	952.22±1.23	966.14±2.36 [*]

表 6 杞芪提取物对川藏黑猪猪肉抗氧化性能的影响

Table 6 Effects of *Lycium* and *Astragalus* extract on antioxidant performances in pork of *Chuanzang* black pigs

项目 Items	对照组 Control Group	试验组 Experimental group
过氧化氢酶 CAT/(U/mg prot)	3.91±0.17	5.50±0.09 [*]
总超氧化物歧化酶 T-SOD/(U/mg prot)	53.68±0.61	75.86±0.63 [*]
谷胱甘肽 GSH(mg/g prot)	3.47±0.55	5.11±0.42 [*]
丙二醛 MDA/(nmol/mL)	7.82±0.15	5.31±0.04 [*]

3 讨论

3.1 杞芪提取物对川藏黑猪生长性能的影响

提高动物生长性能是畜牧业一直以来的发展目标之一,作为肉类食物的重要来源,猪的生长性能高低影响着最终的猪肉产量高低。在猪的生长发育过程中,平均日增重、平均日采食量等指标能够直接反映出生长性能情况,本试验中,试验组川藏黑猪出栏重、平均日增重和平均日采食量均显著高于对照组,料重比相对较低,这说明杞芪提取物提高了动物对饲料的利用率,能对动物起到显著增重的作用。杞芪提取物复方中的枸杞、黄芪也具有和中理气、补虚益精、补中益气、壮脾胃的作用,可以提高免疫力、促进营养消化吸收、促进动物生长发育。

3.2 杞芪提取物对川藏黑猪肉品质的影响

随着生活水平的提升,人们对食品质量的要求也日益提高,对于猪肉而言,猪肉品质的高低会影响猪肉的风味和口感。本试验从猪肉中营养成分含量和抗氧化性能的角度分析了猪肉品质,结果发现,在大理石纹以及维生素 E、必需氨基酸、不饱和脂肪酸和总脂肪酸含量方面,试验组显著高于对照组,这说明试验组猪肉营养成分含量更高;在抗氧化性能方面,试验组猪肉 CAT、T-SOD 活性和 GSH 含量均显著高于对照组,猪肉 MDA 含量显著低于对照组。

首先,大理石纹评分能反映肌内脂肪多寡,而肌内脂肪对肌肉具有嫩化作用,与猪肉的嫩度和香味密切相关^[2]。试验组大理石纹评分显著升高说明试验组肌内脂肪含量高,有助于提升猪肉的嫩度和香味、保证猪肉的良好口感。另外,背最长肌组织切片苏丹Ⅳ染色后,试验组的染色面积明显多于对照组,这也能说明试验组的肌内脂肪含量更多。

其次,试验组猪肉维生素 E 含量显著高于对照组。维生素 E 可降低糖酵解速度和抑制线粒体中磷脂酶 A2 的活性,从而减少 PSE 肉的发生^[3-4];肌肉中维生素 E 含量增加既能通过抑制高铁血红蛋白的产生稳定肉色,也能通过消除自由基降低脂质氧化概率,从而有利于猪肉中营养成分的储存持久性^[5-7]。维生素 E 还能通过防止维生素 A 氧化对维生素 A 起到保护作用^[4],本试验结果也显示试验组猪肉维生素 A 含量高于对

照组。

然后,氨基酸作为构成蛋白质的基本单位,肉类中的氨基酸种类和含量是衡量其营养价值的重要指标,尤其是必需氨基酸和半必需氨基酸对于人的健康非常重要^[8]。许多研究都显示,中药添加剂能提高猪肉中必需氨基酸含量^[9-12]。本试验中,试验组猪肉必需氨基酸含量显著高于对照组,这说明饲料中添加杞芪提取物可以增强猪肉营养价值,满足人们对营养的需求。除了氨基酸含量,猪肉风味还受到肌肉组织中不饱和脂肪酸含量的影响。不饱和脂肪酸在加工受热时更易反应成为芳香气味的不饱和醛,不饱和脂肪酸含量提升会改善猪肉风味^[13]。研究表明,摄入不饱和脂肪酸有改善胰岛素抵抗、保护心血管、预防心脏病等作用^[13-15]。多项试验也表明中药可以显著提高肉类中不饱和脂肪酸含量^[16-17]。本研究中,试验组猪肉总不饱和脂肪酸和总脂肪酸含量显著高于对照组,这说明杞芪提取物对脂肪酸组成和含量有一定调控作用,有利于提高猪肉风味。

最后,猪在生长和运输过程中容易受到外界因素的影响产生氧化应激反应,造成组织氧化损伤,使其处于亚健康状态,降低生产性能和猪肉品质。因此,机体的抗氧化能力对维持猪的健康生长和良好的猪肉品质有重要意义。肉类酸败与脂类氧化密切相关,环境温度大范围波动和长时间暴露在氧气中都会加速脂类氧化,使肉色和气味发生巨大改变降低品质^[18-19]。MDA 是脂类氧化的重要产物,具有细胞毒性、致突变性和致癌性,会抑制与保护细胞免受氧化应激有关的酶,导致细胞功能障碍^[20]。本试验中,试验组猪肉 MDA 含量显著低于对照组,这说明杞芪提取物能降低脂质过氧化水平从而保持肉的品质。

此外,机体的抗氧化系统中,CAT、GSH 和 SOD 都是重要的抗氧化成分。CAT 属于末端氧化酶,广泛分布在生物体内,对保护细胞不受过氧化氢(H_2O_2)损伤有重要作用,当 CAT 被抑制时,谷胱甘肽过氧化物酶和过氧化物还原蛋白不能阻止 H_2O_2 诱导的氧化应激,导致细胞膜脂质过氧化程度加重^[21-22]。研究显示,在母猪饲料中添加 CAT 可以提高其抗氧化能力和对粗蛋白质和粗脂肪的消化率^[23]。GSH 是生物体非常重要的抗氧化小分子肽,可以作为谷胱甘肽过氧化物酶的底物,从而减缓自由基或脂质过氧化物对细胞的损伤作

用^[24]。还原型 GSH 可利用具有活性的巯基与自由基结合,通过转丙氨基、羧甲基等反应转化为易于代谢的酸类,促进自由基排泄出体外,避免细胞器官受损^[25]。GSH 对动物生长发育也有影响,Perkins 等^[26]试验表明,作为细胞还原氧化状态的关键调节因子,当 GSH 合成不足以及在前额叶内侧皮层、纹状体和丘脑中水平降低时,会使神经元功能受损,造成神经发育异常。试验表明,中药可以通过激活 Kelch 样环氧氯丙烷相关蛋白-核因子 E2 相关因子 2-抗氧化反应元件 (Keap1-Nrf2-ARE) 信号通路驱动 GSH 表达,从而降低脂蛋白氧化程度,提高对细胞的保护作用^[27-29]。另有试验表明,补充外源性 GSH 能使肿瘤坏死因子- α 依赖的核因子- κ B (NF- κ B) 和丝裂原活化蛋白激酶 (MAPK) 信号恢复正常^[30]。SOD 是机体防御内外环境中超氧阴离子对机体损伤的重要酶,SOD 催化反应比体内自动歧化反应快 1 010 倍,所以 SOD 活性下降会引起活性氧堆积。贺映侠等^[31]和 Ren 等^[32]研究发现,中药能提高细胞 SOD 活性,降低细胞 MDA 含量。本试验中,试验组猪肉 CAT 和 T-SOD 活性以及 GSH 含量显著高于对照组,猪肉 MDA 含量显著低于对照组,这表明试验组有更强的清除 H₂O₂ 和活性氧的能力;另外,不饱和脂肪酸更容易受到自由基攻击从而使肉质氧化变质,本研究结果表明,通过提升猪肉的抗氧化性能也有助于保持不饱和脂肪酸的稳定性,从而保证猪肉品质。

4 结 论

在基础饲料中添加 0.1% 杞芪提取物可以改善川藏黑猪的生长性能,提升其猪肉营养品质和抗氧化性能。

参考文献:

- [1] MIN K J, LEE J T, JOE E H, et al. An I κ B α phosphorylation inhibitor induces heme oxygenase-1 (HO-1) expression through the activation of reactive oxygen species (ROS)-Nrf2-ARE signaling and ROS-PI3K/Akt signaling in an NF- κ B-independent mechanism [J]. Cellular Signalling, 2011, 23(9): 1505-1513.
- [2] 布丽君,解华东,钟正泽,等.荣昌猪不同生长阶段肌肉营养品质的变化规律[J].食品工业科技,2016, 37(7): 75-79.
- [3] 丁贤,殷波.维生素 E 对 PSE 肉质的营养调控研究进展[J].兽药与饲料添加剂,2002,7(2): 36-38.
- [4] 赵星,张宜辉,孙晓先,等.维生素 E 及其在畜牧生产中的应用研究进展[J].饲料与畜牧,2015(6): 52-55.
- [5] 余禄明.维生素 E 与硒的抗氧化机理及应用现状[J].山东畜牧兽医,2011,32(9): 75-76.
- [6] JENSEN C, LAURIDSEN C, BERTELSEN G. Dietary vitamin E: quality and storage stability of pork and poultry[J]. Trends in Food Science & Technology, 1998, 9(2): 62-72.
- [7] 蒋德旗,卢恩科,农石蓉.维生素 E 添加对猪肉品质影响的分析[J].饲料研究,2014(23): 28-33.
- [8] 王小生.必需氨基酸对人体健康的影响[J].中国食物与营养,2005(7): 48-49.
- [9] 胡广英,曹暄雅,曹日亮,等.中草药添加剂对不同品种猪肉中氨基酸含量的影响[J].黑龙江畜牧兽医, 2018(19): 146-149.
- [10] 刘婧,李晓东,张敏.木醋液与中药制剂对猪肉中氨基酸·脂肪酸及重金属含量的影响[J].安徽农业科学,2018,46(25): 78-80, 83.
- [11] 杨刚.桑叶粉对育肥猪生产性能和肉质风味的影响[D].硕士学位论文.兰州:甘肃农业大学,2018.
- [12] 祁俊生,刘其元,黎小华,等.芦荟添加剂对猪育肥性能和肉质的影响[J].科技信息(科学教研),2008(14): 647-648.
- [13] MOUROT J, HERMIER D. Lipids in monogastric animal meat [J]. Reproduction Nutrition Development, 2001, 41(2): 109-118.
- [14] 刘娅薇,惠华英,谭周进.食用油对身体健康的影响及与肠道菌群的关系[J].世界华人消化杂志, 2019, 27(9): 583-588.
- [15] COLUSSI G, CATENA C, NOVELLO M, et al. Impact of omega-3 polyunsaturated fatty acids on vascular function and blood pressure: relevance for cardiovascular outcomes [J]. Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases, 2017, 27(3): 191-200.
- [16] 黄红卫,杜杰,尹庆宁,等.枸杞渣对育肥猪生长性能、抗病力及猪肉品质的影响[J].黑龙江畜牧兽医,2015(17): 131-134.
- [17] 张茂伦.川陈皮素对育肥猪生产性能和肉质风味的影响[D].硕士学位论文.广州:华南农业大学,2016.
- [18] 刘孝沾,孔永昌,李丹.肉和肉制品中脂肪氧化的研究进展[J].肉类工业,2017(3): 47-49.
- [19] BRAGAGNOLO N, RODRIGUEZ-AMAYA D B. Simultaneous determination of total lipid, cholesterol and fatty acids in meat and backfat of suckling and adult pigs [J]. Food Chemistry, 2002, 79(2): 255-260.

- [20] CALYNIUK B, GROCHOWSKA-NIEDWOROK E, WALKIEWICZ K W, et al. Malondialdehyde (MDA)-product of lipid peroxidation as marker of homeostasis disorders and aging [J]. *Annales Academiae Medicae Silesiensis*, 2016, 70:224-228.
- [21] ROCHA S, GOMES D, LIMA M, et al. Peroxiredoxin 2, glutathione peroxidase, and catalase in the cytosol and membrane of erythrocytes under H₂O₂-induced oxidative stress [J]. *Free Radical Research*, 2015, 49 (8):990-1003.
- [22] 于德玲, 王昌留. 过氧化氢酶的研究进展 [J]. *中国组织化学与细胞化学杂志*, 2016, 25(2):189-194.
- [23] 陈嘉铭, 张志东, 战晓燕, 等. 母猪饲料中添加过氧化氢酶对母猪及仔猪生长性能和抗氧化能力的影响 [J]. *动物营养学报*, 2019, 31(7):3268-3275.
- [24] 金春英, 崔京兰, 崔胜云. 氧化型谷胱甘肽对还原型谷胱甘肽清除自由基的协同作用 [J]. *分析化学*, 2009, 37(9):1349-1353.
- [25] 王小巍, 张红艳, 刘锐, 等. 谷胱甘肽的研究进展 [J]. *中国药剂学杂志(网络版)*, 2019, 17(4):141-148.
- [26] PERKINS D O, JEFFRIES C D, DO K Q. Potential roles of redox dysregulation in the development of schizophrenia [J]. *Biological Psychiatry*, 2020, doi:10.1016/j.biopsych.2020.03.016.
- [27] 李晓楠. 白藜芦醇对肥胖哮喘大鼠模型的氧化应激抑制作用及其机制研究 [D]. 博士学位论文. 大连: 大连医科大学, 2017.
- [28] 彭守娇. 小分子化合物对 PC12 细胞氧化性损伤的保护作用及其机制的探究 [D]. 博士学位论文. 兰州: 兰州大学, 2017.
- [29] 朱燕梅. 银杏叶提取物保护心肌细胞抗氧化损伤及其基于 Keap1/Nrf2/ARE 通路的作用机制 [D]. 硕士学位论文. 成都: 成都医学院, 2015.
- [30] ZHOU P, GROSS S, LIU J H, et al. Flavokawain B, the hepatotoxic constituent from kava root, induces GSH-sensitive oxidative stress through modulation of IKK/NF- κ B and MAPK signaling pathways [J]. *The FASEB Journal*, 2010, 24(12):4722-4732.
- [31] 贺映侠, 朱虹. 黄芪多糖对 2 型糖尿病大鼠骨骼肌氧化应激水平及 SIRT3 表达的影响 [J]. *中国老年学杂志*, 2018, 38(12):3023-3025.
- [32] REN Y L, CHEN X Y, LI P, et al. Si-Miao-Yong-An decoction ameliorates cardiac function through restoring the equilibrium of SOD and NOX2 in heart failure mice [J]. *Pharmacological Research*, 2019, 146:104318.

Effects of *Lycium* and *Astragalus* Extract on Growth Performance and Meat Quality of *Chuanzang* Black Pigs

LI Zhen LIU Fenghua* HAO Zhuang HUO Jinjin LI Jiandong

(Animal Science and Technology College, Beijing University of Agriculture, Beijing 102206, China)

Abstract: The purpose of this experiment was to study the effects of dietary *Lycium* and *Astragalus* extract on the growth performance, meat quality and antioxidant performance in pork of *Chuanzang* black pigs. A total of 50 healthy *Chuanzang* black pigs with a body weight of (70 ± 2) kg at 175 days of age were randomly divided into 2 groups with 5 replicates in each group and 5 pigs in each replicate. Pigs in the control group were fed a basal diet, and those in the experimental group were fed the basal diet supplemented with 0.1‰ *Lycium* and *Astragalus* extract. The trial period was 90 days. The results showed as follows: 1) the final body weight, average daily gain and average daily feed intake of *Chuanzang* black pigs in the experimental group were significantly higher than those in the control group ($P<0.05$). 2) Compared with the control group, the pork marbling of *Chuanzang* black pigs in the experimental group was significantly increased ($P<0.05$), the vitamin E content in the pork was significantly increased ($P<0.05$), and the contents of essential amino acids, total unsaturated fatty acids and total fatty acids in the pork were significantly increased ($P<0.05$). 3) The activities of catalase and total superoxide dismutase and glutathione content in the pork of *Chuanzang* black pigs in the experimental group were significantly higher than those in the control group ($P<0.05$), and the malondialdehyde content in the pork was significantly lower than that in the control group ($P<0.05$). The results indicate that the supplementation of *Lycium* and *Astragalus* extract in the basal diet can improve the growth performance of *Chuanzang* black pigs, and increase the nutritional quality and antioxidant performance of their pork. [*Chinese Journal of Animal Nutrition*, 2020, 32(12):5939-5947]

Key words: *Lycium* and *Astragalus* extract; *Chuanzang* black pigs; growth performance; meat quality; antioxidant performance