

海藻提取物对育肥猪生长性能、免疫功能 and 肉品质的影响

■ 郭晓华¹ 谢正军² 吴志青² 李 龙²

(1.江西生物科技职业学院,江西南昌 330200;2.双胞胎(集团)股份有限公司,江西南昌 330095)

摘要: 试验旨在探讨日粮中添加海藻提取物对育肥猪生长性能、免疫功能和肉品质的影响。试验选取48头初始体重为60 kg左右健康杜长大三元杂交阉公猪,随机分为2组,每组6个重复,每个重复4头猪。对照组饲喂基础日粮,试验组饲喂在基础日粮中添加1 000 mg/kg海藻提取物的饲料。预试期7 d,45 d试验期结束后,对比分析育肥猪的生长性能、免疫功能和肉品质的差异。结果表明:海藻提取物对育肥猪的生长性能没有显著影响($P>0.05$)。与对照组相比,海藻提取物可以显著提高血清中谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-Px)、总超氧化物歧化酶(T-SOD)和过氧化氢酶(CAT)的活性以及免疫球蛋白(IgA和IgG)的含量($P<0.05$),并显著降低血清中丙二醛(MDA)的含量($P<0.05$)。此外,海藻提取物还可以显著提高肉色红度值(a^*)、 pH_{24h} 以及肌肉脂肪的含量($P<0.05$)。由此可知,日粮中添加海藻提取物可以提高育肥猪的抗氧化能力与免疫功能,改善猪肉品质。

关键词: 海藻提取物;育肥猪;抗氧化能力;免疫功能;肉品质

doi: 10.13302/j.cnki.fi.2022.23.004

中图分类号: S816.32

文献标识码: A

文章编号: 1001-991X(2022)23-0020-04

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Effects of Diet Supplemented with Seaweed Extract on Growth Performance, Immune Function and Meat Quality in Growing-finishing Pigs

GUO Xiaohua¹ XIE Zhengjun² WU Zhiqing² LI Long²

(1. Jiangxi Biotech Vocational College, Jiangxi Nanchang 330200, China; 2. Shuangbaotai Group Co., Ltd., Jiangxi Nanchang 330095, China)

Abstract: The purpose of this study was to investigate the effect of dietary supplementation of seaweed extract on growth performance, immune function and meat quality of growing-finishing pigs. Forty-eight healthy Duroc × Landrace × Yorkshire ternary castrated boar with an initial body weight of about 60 kg were selected and randomly divided into two groups, with six replicates in each group, and four pigs in each replicate. The control group was fed with the basal diet, and the experimental group was fed with the basal diet supplemented with 1 000 mg/kg seaweed extract. The pre-trial period was seven days, and after the 45-day trial period, the differences in growth performance, immune function and meat quality of finishing pigs were compared and analyzed. The results showed that: seaweed extract had no significant effect on growth performance of finishing pigs ($P>0.05$). Compared with the control group, the seaweed extract significantly increased the activities of glutathione peroxidase (GSH-Px), total superoxide dismutase (T-SOD) and catalase (CAT), and the content of immunoglobulin (IgA and IgG) ($P<0.05$), whereas it decreased malondialdehyde (MDA) content in serum ($P<0.05$). In addition, the seaweed extract significantly improved the redness value (a) of meat color, pH value at 24 hours (pH_{24h}), and intramuscular fat content ($P<0.05$). It could be concluded that diet supplemented with seaweed extract could improve the antioxidant capacity, immune function and meat quality in growing-finishing pigs.

Key words: seaweed extract; growing-finishing pig; antioxidant capacity; immunity; meat quality

作者简介:郭晓华,副教授,研究方向为动物营养与饲料科学。

收稿日期:2022-10-09

基金项目:南昌市“双百”计划创新人才项目

畜禽提供的肉类具有较高的营养价值和保健功能。随着人们消费水平的提高,人们关注的焦点已经从能够吃到肉向吃到安全且风味佳的优质肉转变^[1-3]。育肥期是肉质形成的关键期,该阶段日粮营养决定肉的风味、品质和安全。因此,如何在无抗养殖的背景下,通过补充绿色功能性饲料添加剂,以提高机体免疫力、减少疾病发生、改善肉品质,成为目前在大规模集约化畜禽养殖过程中人们关注的重点。

海藻提取物富含各种多糖及功能活性成分(如氨基酸、不饱和脂肪酸、多糖类、多酚类和黄酮类等)。海藻提取物可以提高动物机体的抗氧化、抗菌、抗炎、抗病毒等生理功能,促进动物的健康生长^[4-5]。然而,目前关于海藻提取物对育肥猪的健康状态和肉品质的影响还鲜有报道。因此,研究以育肥猪为研究对象,探讨日粮添加海藻提取物对其生长性能、免疫功能和肉品质的影响。研究结果可为促进海藻提取物在养殖行业中的合理应用提供科学依据和理论参考。

1 材料与试验方法

1.1 材料与仪器

1.1.1 材料与试剂

试验所用海藻主要为浒苔,收集于渤海海域的北戴河沿岸。浒苔经晒干后,磨成粉末,乙醇提取,浓缩后经喷雾干燥制成海藻提取物,主要活性成分为海藻多糖、多酚类和黄酮类物质。

无水乙醇为分析纯,购于国药集团化学试剂有限公司。

1.1.2 主要仪器设备

肉色测定仪(OPTO-STAR,德国麦特斯仪器有限公司);肉类pH测定仪(HI99163,意大利哈纳仪器有限公司);索氏抽提器(YSXT-06,上海熙扬仪器有限公司)。

1.2 试验方法

1.2.1 试验设计

试验选取48头初始体重为60 kg左右健康杜×长×大三元杂交阉公猪,随机分为2组,每组6个重复,每个重复4头猪。试验时间为2021年3月3日-2021年4月24日,预试期7 d,正试期45 d。对照组饲喂基础日粮,试验组在基础日粮中添加1 000 mg/kg海藻提取物。试验期为45 d。基础日粮参照NRC(2012)育肥猪营养需要量配制,日粮组成及营养水平见表1。

表1 基础日粮组成及营养水平

日粮组成	含量(%)	营养水平	
玉米	66.88	代谢能(MJ/kg)	14.21
豆粕	23.90	粗蛋白(%)	16.04
麦麸	6.00		
豆油	0.88		
L-Lys	0.37		
DL-Met	0.03		
L-Thr	0.11		
L-Trp	0.03		
磷酸氢钙	0.50		
石灰	0.10		
食盐	0.20		
预混料	1.00		
合计	100.00		

注:1. 预混料为每千克日粮提供:VA 10 800 IU、VE 40 IU、VK₃ 4 mg、VD₃ 4 000 IU、VB₁ 6 mg、VB₂ 12 mg、VB₆ 6 mg、VB₁₂ 0.05 mg、VH 0.2 mg、叶酸2 mg、烟酸50 mg、D-泛酸钙25 mg、硫酸铜(以铜计)25 mg、硫酸亚铁(以铁计)100 mg、氧化锰(以锰计)40 mg、氧化锌80 mg、碘化钾(以碘计)0.5 mg、亚硒酸钠(以硒计)0.3 mg;
2. 营养水平为测定值。

1.2.2 饲养管理

试验期间所有育肥猪自由采食和饮水,每日上午10:00和下午16:00各饲喂1次。猪舍温度控制在(24±2)℃,相对湿度控制在(50%±5%)。每日定时清扫猪舍,定期对猪舍进行消毒和免疫,具体按照猪场常规要求进行。

1.2.3 样品采集

试验过程中,每周记录采食量;试验开始和结束时称重,并计算平均日增重、平均日采食量和料重比。试验结束时,从每组每个重复中随机选取1头猪采血,收集血清。育肥猪在250 V、0.5 A条件下电击5 s处死。取左侧酮体靠近最后肋骨处背最长肌样本于-80℃保存。

1.2.4 抗氧化能力指标测定

按照试剂盒说明检测血浆中谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-Px)、总超氧化物歧化酶(T-SOD)和过氧化氢酶(CAT)活性和丙二醛(MDA)含量。试剂盒购自南京建成生物工程研究所有限公司。

1.2.5 免疫功能指标测定

按照试剂盒说明检测血浆中免疫球蛋白A(IgA)、免疫球蛋白G(IgG)和免疫球蛋白M(IgM)等含量。试剂盒购自南京博研生物科技有限公司。

1.2.6 肉品质检测和体脂含量测定

屠宰分割的酮体在4℃条件下放置24 h后,取第

13~14肋骨段背最长肌测定肉品质。用肉色测定仪测定肌肉亮度值(L^*)、红度值(a^*)和黄度值(b^*),每个样品重复测定3次,最后取平均值。用肉类pH测定仪检测放置45 min和24 h的背最长肌pH,用索氏抽提法提取粗脂肪并测定其含量。称取20 g(初始重)背最长肌样品,置于塑料袋中,于75 °C水浴,待肌肉中心温度达到70 °C后,拿出样品清除表面水渍,称取重量(末重)。

屠宰率=胴体重/总体重;体脂率=脂肪重/总体重;背膘厚计算方法为第一、第十、最后一根肋骨以及最后腰椎4个位置背脂厚度的平均值;肌肉脂肪含量=粗脂肪含量/肌肉重;蒸煮损失=(初始重-末重)/初始重。

1.2.7 数据处理

试验数据采用SPSS 23.0软件作独立样本 t 检验(t -test),统计结果以“平均值±标准误(Mean±SE)”表示。 $P<0.05$ 作为显著性判断标准。

2 结果与分析

2.1 海藻提取物对育肥猪生长性能的影响(见表2)

表2 海藻提取物对育肥猪生长性能的影响

项目	对照组	海藻提取物组
初始重(kg)	60.2±0.4	60.6±0.3
末重(kg)	101.3±4.3	103.7±5.2
平均日增重(g/d)	915±109	956±114
平均日采食量(kg/d)	2.41±0.15	2.47±0.29
料重比	2.65±0.19	2.62±0.43

注:同行数据肩标不含有相同小写字母表示差异显著($P<0.05$),含有相同字母或无字母表示差异不显著($P>0.05$);下表同。

如表2所示,添加海藻提取物组和对照组猪相比,平均日采食量、平均日增重和料重比均无显著差异($P>0.05$)。

2.2 海藻提取物对育肥猪抗氧化能力的影响(见表3)

表3 海藻提取物对育肥猪抗氧化能力的影响

项目	对照组	海藻提取物组
GSH-Px(U/mL)	578±34 ^b	692±41 ^a
T-SOD(U/mL)	139±17 ^b	228±29 ^a
CAT(U/mL)	34.1±5.6 ^b	64.4±7.3 ^a
MDA(nmol/mg)	3.20±0.45 ^a	1.67±0.22 ^b

由表3可知,与对照组相比,日粮中添加海藻提取物后,育肥猪血清中GSH-Px、T-SOD和CAT的活性显著提高($P<0.05$),而MDA含量显著降低($P<0.05$)。

2.3 海藻提取物对育肥猪免疫功能的影响(见表4)

由表4可知,与对照组相比,日粮中添加海藻提取物

的育肥猪血清中IgA和IgG的含量分别由774 $\mu\text{g/mL}$ 、25.6 mg/mL提高至903 $\mu\text{g/mL}$ 和38.0 mg/mL,差异显著($P<0.05$),而IgM的含量无显著变化($P>0.05$)。

表4 海藻提取物对育肥猪免疫功能的影响

项目	对照组	海藻提取物组
IgA($\mu\text{g/mL}$)	774±56 ^b	903±41 ^a
IgG(mg/mL)	25.6±2.5 ^b	38.0±4.3 ^a
IgM(mg/mL)	14.5±1.3	16.1±2.5

2.4 海藻提取物对育肥猪肉品质的影响(见表5)

表5 海藻提取物对育肥猪肉品质的影响

项目	对照组	海藻提取物组
肉色 L^* 值	52.15±1.33	51.52±0.97
肉色 a^* 值	11.78±1.64 ^b	14.25±1.28 ^a
肉色 b^* 值	5.85±0.23	5.71±7.3
pH _{45 min}	6.42±0.29	6.37±0.31
pH _{24 h}	5.61±0.17 ^b	5.99±0.26 ^a
蒸煮损失(%)	44.19±1.87	44.54±1.50

由表5可知,与对照组相比,日粮中添加海藻提取物的育肥猪其背最长肌 L^* 值和 b^* 值无显著变化,但 a^* 值显著提高($P<0.05$)。与对照组相比,日粮中添加海藻提取物后屠宰胴体放置45 min背最长肌pH_{45 min}无显著变化($P>0.05$),但放置24 h的屠宰胴体背最长肌pH_{24 h}($P<0.05$)显著提高。日粮中添加海藻提取物的育肥猪其背最长肌蒸煮损失与对照组无显著差异($P>0.05$)。

2.5 海藻提取物对育肥猪屠宰率、体脂率、背膘厚和肌肉脂肪含量的影响(见表6)

表6 海藻提取物对育肥猪屠宰率、体脂率、背膘厚和肌肉脂肪含量的影响

项目	对照组	海藻提取物组
屠宰率(%)	72.7±1.5	73.8±2.0
体脂率(%)	2.62±0.14	2.71±0.33
背膘厚(mm)	23.66±1.25	23.12±1.87
肌肉脂肪(%)	2.18±0.31 ^b	3.05±0.27 ^a

如表6所示,与对照组相比,日粮中添加海藻提取物的育肥猪屠宰率、体脂率和背膘厚无显著变化($P>0.05$)。与对照组相比,日粮中添加海藻提取物的育肥猪背最长肌肌肉脂肪含量显著提高了39.9%($P<0.05$)。

3 讨论

生长性能是商品猪育肥期间关注的重要指标。已有研究报道指出日粮中海藻提取物的添加可以显

著提高猪的平均日增重^[6];此外,研究发现,日粮中添加100 mg/kg和300 mg/kg的可溶性海藻多糖对仔猪的生长性能具有显著的促进作用,而添加1 000 mg/kg对生长性能无显著影响^[7]。本试验在日粮中补充1 000 mg/kg的海藻提取物对育肥猪生长性能并无显著的影响。这表明不同浓度的海藻提取物对不同生长阶段猪生长性能产生不同的影响。

商品猪在育肥期间,由于转栏、运输、打架等多种因素,往往导致机体产生氧化应激和免疫功能下降,进而影响健康^[8]。大量研究证实,MDA可以作为脂质氧化的终产物,是评判出现氧化应激的关键指标;而抗氧化物酶GSH-Px、T-SOD和CAT等的存在,对于实现机体的氧化和抗氧化系统处于动态平衡的状态至关重要^[9]。添加海藻提取物可以显著地降低MDA含量,提高抗氧化物酶的活性,这与之前关于海藻提取物具有缓解氧化应激的研究结果相一致^[4]。本试验进一步证实了海藻提取物可提高育肥猪的抗氧化能力。IgA、IgG和IgM是发挥免疫功能的重要免疫球蛋白,与免疫水平呈现正相关,在机体免疫系统中发挥关键作用^[10-11]。本试验结果发现日粮中添加海藻提取物可以显著提高血清中IgA和IgG的含量;这些结果与前期报道海藻提取物可以提高机体免疫水平相一致^[4]。本试验进一步提示海藻提取物可提高机体的免疫机能,

肉色包括亮度(L^*)值、红度(a^*)值和黄度(b^*)值以及屠宰后pH是评价肉品质的关键指标。肉的 L^* 值和 b^* 值越低, a^* 值越高,表明肉色越好^[12-13]。海藻提取物虽然对 L^* 值和 b^* 值没有显著的影响,但显著提高了 a^* 值,这表明添加海藻提取物可改善肉色。生猪屠宰后,随着肌肉糖酵解速率的加剧,会有大量的乳酸积累,造成肌肉pH降低^[14]。海藻提取物显著提高了pH_{24h},这表明海藻提取物可以有效缓解屠宰后乳酸积累对肉品质的负面影响。育肥猪的屠宰率、体脂率、背膘厚、肌内脂肪是商品猪在育肥期间重要考虑的因素。其中,肌内脂肪含量与肉的嫩度和风味密切相关,这与脂肪在氧化过程中可以溶解肌纤维束、提高肉的嫩度和通过美拉德反应产生风味物质有关^[15-16]。添加海藻提取物显著提高肌内脂肪含量,这进一步表明了海藻提取物可改善肉品质。

4 结论

在抗生素禁用的条件下,通过在日粮中添加功能性成分提高商品猪育肥期间抗氧化能力和免疫功能,改善肉品质对于畜禽养殖业的健康发展尤为重要。本试验结果表明,在日粮中添加海藻提取物,一方面

可以提高商品猪的抗氧化能力以及免疫功能,减少氧化应激对于育肥阶段的影响。另一方面,还可以显著的改善肉色和屠宰24 h的pH以及提高肌内脂肪的含量,这表明海藻提取物显著地改善了肉品质。后续可进一步研究海藻提取物在育肥阶段发挥功能活性的具体组分及相应的分子机制。

参考文献

- [1] HATHWAR S, RAI A, MODI V, et al. Characteristics and consumer acceptance of healthier meat and meat product formulations—a review[J]. *Journal of Food Science and Technology*, 2012, 49(6): 653-664.
- [2] 姜海龙,谷琳琳,王鹏,等. 镁的生物学功能及其对肉品质影响的研究进展[J]. *中国畜牧兽医*, 2015, 42(2): 395-400.
- [3] 罗鹏,李爱科,任慧慧,等. 合生元对生长育肥猪生长性能、胴体品质和肉品质的影响[J]. *动物营养学报*, 2021, 33(10): 5908-5916.
- [4] 李响,周锡红,赵玉蓉. 浒苔提取物成分分析及其生理功能研究进展[J]. *动物营养学报*, 2019, 31(12): 5468-5475.
- [5] 苏国旗,秦林林,周晓容,等. 海藻提取物在猪和鸡生产中的应用研究进展[J]. *中国畜牧杂志*, 2022, 58(1): 66-70, 76.
- [6] 胡静,朱亚骏,朱风华,等. 浒苔对生长育肥猪消化能及养分消化率的影响[J]. *中国畜牧杂志*, 2015, 51(3): 29-32.
- [7] 袁朝原. 海藻多糖可溶性粉的临床药效学试验研究[D]. 硕士学位论文. 南宁:广西大学, 2015.
- [8] 尹杰,韩慧,刘泽民,等. 功能性氨基酸调控猪氧化应激的研究进展[J]. *中国科学:生命科学*, 2019, 49(3): 193-201.
- [9] 蒋守群,蒋宗勇. 氧化应激对畜禽肉品质的影响研究综述[J]. *广东饲料*, 2011, 20(10): 42-45.
- [10] BAYER J, GOMER A, DE MIR Y, et al. Effects of green tea polyphenols on murine transplant-reactive T cell immunity[J]. *Clinical Immunology*, 2004, 110(1): 100-108.
- [11] 刘莹莹,任慧波,张星,等. 母猪日粮中添加低聚壳聚糖对哺乳仔猪生长、抗氧化能力和免疫功能的影响[J]. *中国畜牧兽医*, 2019, 46(1): 166-173.
- [12] 周波,黄瑞华,曲亮,等. 色差仪和肉色板在猪肉肉色评定中的应用[J]. *江苏农业科学*, 2007, 4(2): 121-124.
- [13] 郑浩,季久秀,周李生,等. 猪肉肉色评分与色度值、大理石花纹评分及肌内脂肪含量回归模型的建立[J]. *江西农业大学学报*, 2019, 41(1): 124-131.
- [14] 刘秋凤,张龙超,侯欣华,等. 宰后猪肌肉糖酵解与肉质性状的相关性分析[J]. *黑龙江畜牧兽医*, 2019(22): 34-37, 41.
- [15] 马青山,张瑞涛,王长法,等. 肠道菌群及其功能代谢物对脂肪代谢及肌内脂肪沉积影响的研究进展[J]. *畜牧兽医学报*, 2020, 51(12): 2921-2933.
- [16] BLANCHARD P J, WILLIS M B, WARKUP C C, et al. The influence of carcass backfat and intramuscular fat level on pork eating quality[J]. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 2000, 80(1): 145-151.

(编辑:董玲,msdongling@163.com)