

大蒜茎粉和牛至草粉对镜鲤 抗氧化、非特异免疫以及肌肉品质的影响

徐奇友¹, 唐 玲^{1,2}, 王常安¹, 许 红¹, 孙大江¹

(1. 中国水产科学研究院 黑龙江水产研究所, 黑龙江 哈尔滨 150070

2 上海海洋大学 水产与生命学院, 上海 201306)

摘要: 试验研究了大蒜茎粉和牛至草粉对镜鲤 (*Cyprinus specularis*) 抗氧化能力、非特异免疫性能及肌肉品质的影响。试验共设 7 个处理组: G1 空白对照组, G2 添加黄霉素 10 mg/kg, G3、G4 分别添加大蒜茎粉 0.5% 和 2.5%, G5、G6 组分别添加牛至草粉 0.1% 和 0.5%, G7 混合添加大蒜茎粉 0.5% 和牛至草粉 0.5%。每个处理设 3 个重复, 每个重复 10 尾鱼, 初始体重为 (201.45 ± 16.25) g。试验共进行 8 周。结果表明: 与 G1 空白组对比, G3、G4 和 G6 显著提高了肝胰脏 SOD 活性 ($P < 0.05$), G3、G4 显著降低了血清 MDA 含量 ($P < 0.05$), G5、G6 显著降低了肝胰脏 MDA 含量 ($P < 0.05$)。与 G1 空白组对比, G5、G6 和 G7 显著提高了脾脏溶菌酶活性 ($P < 0.05$), G3、G4 和 G5、G6 显著提高了血清溶菌酶活性 ($P < 0.05$), G3 和 G5 显著提高了血清补体 3 补体 4 活性 ($P < 0.05$)。与 G1 空白组对比, G3、G4、G5 和 G6 显著提高了鱼体肌肉粗蛋白质含量, G4 和 G7 显著提高了肌肉持水能力 ($P < 0.05$); 各试验组肌肉粗水分、pH 值和嫩度无显著差异 ($P > 0.05$)。在饲料中添加大蒜茎粉和牛至草粉提高镜鲤非特异免疫性能, 改善鱼体肌肉品质。

关键词: 镜鲤; 大蒜茎粉; 牛至草粉; 抗氧化能力; 非特异免疫性能; 肌肉品质

中图分类号: S633.01 文献标识码: A 文章编号: 1000-7091(2010)增刊-0133-07

Effects of Garlic Stem Powder and Oregano Leaf Powder on Antioxidant Capacity, Non-specific Immune Performance and Meat Quality of the Carp (*Cyprinus specularis*)

XU Qiyou¹, TANG Ling^{1,2}, WANG Chang-an¹, XU Hong¹, SUN Dajiang¹

(1. Heilongjiang River Fisheries Research Institute of Chinese Academy of Fishery Sciences, Harbin 150070

China; 2. Fisheries and Life Science College of Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China)

Abstract This trial was conducted to study the effects of garlic stem powder and oregano leaf powder on antioxidant capacity, non-specific immune performance and meat quality of the mirror carp (*Cyprinus specularis*). A total of seven trial treatment groups: group 1 was control group, group 2 added 10 mg/kg Flavomycin, group 3 and 4 added 0.5% and 2.5% garlic stem powder respectively, group 5 and 6 added 0.1% and 0.5% oregano leaf powder respectively, group 7 added 0.5% garlic stem powder and 0.5% oregano leaf powder. Each treatment had 3 replicates of 10 fish with initial body weight (201.45 ± 16.25) g. The feeding trial was conducted for 8 weeks. The results showed: Compared with the control group, SOD content of G3, G4 and G6 was increased in hepatopancreas significantly ($P < 0.05$); MDA Content of G3 and G4 was reduced in serum significantly ($P < 0.05$), MDA content of G5 and G6 was reduced in hepatopancreas significantly ($P < 0.05$), but SOD activity of the garlic and oregano test groups was inhibited in serum significantly ($P < 0.05$), there was no significant difference with SOD and MDA content of each test group in muscle ($P > 0.05$). Compared with the control group, the lysozyme activity of G5, G6 and G7 was increased in spleen significantly ($P < 0.05$), the lysozyme activity of G3, G4 and G5, G6 was increased in serum significantly ($P < 0.05$); the serum C3, C4 activity of G3 and G5 were increased significantly ($P < 0.05$), the renal lysozyme of the test group

收稿日期: 2010-10-27

基金项目: 现代农业产业技术体系建设专项资金 (Nycyts-49-10); 黑龙江省科技支撑项目 (GA07B201); 黑水研基本科研专项 (2009HSYZX-YZ-01) 资助

作者简介: 徐奇友 (1969-), 男, 黑龙江鸡西人, 博士, 研究员, 主要从事水生动物营养学研究。

通讯作者: 孙大江 (1955-), 男, 黑龙江人, 研究员, 主要从事水生养殖研究。

was no difference significantly($P > 0.05$). Compared with the control group the crude protein of the fish muscle in G3 and G4 was increased significantly($P < 0.05$), the crude protein was increased and the crude ash was reduced of muscle in G5 and G6 significantly($P < 0.05$). The water-holding capacity of muscle in G4 and G7 was increased significantly($P < 0.05$). Conclusion feed was added garlic stem powder or oregano leaf powder which can increase anti-oxidation capacity non-specific immune activity and improve meat quality of the mirror carp

Key words Mirror carp Garlic stem powder Oregano leaf powder Antioxidant capacity Non-specific immune performance Meat quality.

随着世界水产养殖规模范围的扩大,国内外水产品贸易及水产苗种跨区域交流日益频繁,大大增加了水产养殖动物病原传播的机会;同时由于现代水产养殖的集约化、高密度生产方式及渔业水域环境的恶化,又常会引发养殖动物的应激反应,导致机体的免疫系统受到抑制^[1]。鱼类作为低等的脊椎动物,主要依靠非特异性免疫系统来抵抗病原的入侵,非特异性免疫防御机制是鱼类抵抗病原的第一道屏障^[2]。除皮肤、粘膜、血脑屏障等以外,还包括主要反映非特异性免疫能力的超氧化物歧化酶(SOD)、丙二醛(MDA)、溶菌酶(LZM)、补体(C3、C4)等。目前,应用饲料添加剂来提高水产动物的非特异性免疫能力以增强体质、加强对疾病的预防,是健康养殖、维持养殖业可持续发展的重要途径。

大蒜(*Allium sativum* L.)为百合科植物,含挥发油约0.2%,油中主要成分为大蒜素,大蒜素是大蒜中蒜氨酸受蒜氨酸酶作用的水解产物,另含多种烯丙基、丙基和甲基组成的硫醚化合物等^[3]。大蒜具有广泛的生理活性如抗菌消炎^[4]、抗癌^[5]、预防和治疗心血管疾病、保护肝脏^[6]和提高体细胞的免疫功能^[7]等。牛至(*Origanum vulgare* L.)又名小叶薄荷,是唇形科牛至属的一种多年生草本植物,牛至全草含挥发油约1%~10%,主要含百里香酚12.1%、香芹酚13.6%、对伞花烃32.4%等成分^[8]。牛至油具有广谱抗菌作用^[9]和抗氧化作用^[10-11],是我国农业部(农牧发[2001]20)及国外大多数国家(欧盟等)批准使用的药物饲料添加剂之一,可预防及治疗猪、鸡、兔大肠杆菌和沙门氏菌所致的下痢,提高畜禽抗病能力,促进其生长^[12]。

目前大蒜素和牛至油在养殖业中的研究报道已经很多,但它们主要通过天然提取或化工合成获得,加工工艺复杂、成本高。大蒜茎叶和牛至草来源广泛成本低廉,无需深加工,植株体内有效成分不会被破坏。另外充分利用可以减少大蒜茎叶废弃所造成的资源浪费和对城市环境的污染。因此本试验用大蒜茎粉和牛至草粉饲养镜鲤,观察它们对镜鲤抗氧化能力、非特异免疫性能以及肌肉品质的影响,为充

分开发利用这些资源提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 试验材料

试验鱼为镜鲤,来自黑龙江水产研究所松浦试验站。规格为(201.45±16.25)g。大蒜茎叶购于哈尔滨河松小区菜市场,放置烘箱里用60℃烘48h脱水干燥,然后用小型中药粉碎机粉碎过40目筛。牛至干草购于安徽亳州药业有限公司,用小型中药粉碎机粉碎过40目筛。用索式抽提法测定大蒜茎叶粉和牛至草粉粗脂肪含量即含油量分别为0.28%、2.72%。

1.2 试验设计及日粮组成

试验将300尾镜鲤暂养7d,试验开始前空腹处理24h,称体重,量体长,选择体格健壮体重相近镜鲤210尾,随机分到21个水族箱(100cm×50cm×50cm),每个水族箱10尾。试验分成7个组,G1为空白对照组,G2在基础饲料中添加10mg/kg黄霉素,G3、G4添加0.5%和2.5%大蒜茎粉,G5、G6添加0.1%和0.5%牛至草粉,G7添加0.5%大蒜茎粉和0.5%牛至草粉。每个试验组3个重复,每个重复10尾鱼。基础饲料配方及营养水平见表1。饲料原料混匀后用绞肉机制粒机制成5mm颗粒,置于阴凉通风处晾干,室温保存待用。饲养试验进行8周,每2周称一次体重,根据体重3%投饵,每天分别于9:00和14:00投喂2次。试验在室内循环水族箱里进行,24h不间断充气供氧,每周换去水族箱内2/3水,注入已曝气处理的自来水。试验结束后空腹24h称体重、量体长。

1.3 样品采集及分析

试验结束24h后采样,每一个处理随机取9尾鱼,从尾部抽取静脉血,3500r/min离心15min分离血液取上清液即为血清,用于血清补体3(C3)、补体4(C4)、溶菌酶(LZM)以及超氧化物歧化酶(SOD)、丙二醛(MDA)活性测定。解剖鱼体腹部取出内脏,然后分离出肾脏、脾脏、肝胰脏,0.65%生理盐水冲洗,吸水纸将表面液体吸干,然后将这些组织与预冷

的生理盐水按 W: V= 1: 9 稀释, 3 500 r/min 离心 15 min 匀浆取组织上清液, - 40℃ 保存测 SOD、MDA、LZM 活性。最后取鱼体背肌少量, 与预冷的生理盐水按 W: V= 1: 9 稀释, 3 500 r/min 离心 15 min 匀浆取组织上清液, - 40℃ 保存测 SOD、MDA 活性。取鱼体两侧背肌, 用于测肌肉营养成分以及肉质分析。

表 1 试验日粮组成及营养水平 (风干基础)

Tab 1 Fomulation and nutritional levels of the experim ental diets in g/100g dry matter(air-dry basis)				%
原料 Ingred ients	添加比例 Percentage	营养成分 Nutrient com position	营养水平 Nutrient level	
次粉 White flour	35	粗蛋白 Crude protein	27. 30	
蒸气鱼粉 Fish meal	5	粗脂肪 Crude lipid	14. 37	
豆粕 Soybean meal	17	粗灰分 Ash	4. 64	
菜粕 Rapeseed meal	13	钙 Ca	0. 40	
棉粕 Cottonseed meal	14	磷 P	1. 26	
玉米蛋白 Com protein	8	赖氨酸 Lys	1. 49	
豆油 Soy oil	3	蛋氨酸 Met	0. 47	
磷酸二氢钠 Na(H ₂ PO ₄) ₂	2			
羧甲基纤维素钠 Carboxymethyl cellulose sodium	2			
维生素 Vitamin prem ix	0. 3			
微量元素 Mineral prem ix ¹	0. 2			
胆碱 Choline chloride	0. 2			
硫酸镁 MgSO ₄	0. 3			
合计 Total	100. 00			

注: 复合维生素和微量元素 (mg/kg 或 U /kg 饲料): VA 15 000 IU, VD₃ 3 000 IU, VE 60mg VK 5mg VB₁ 15mg VB₂ 30mg VB₆ 15mg VB₁₂ 0. 5 mg 烟酸 175 mg 叶酸 5mg 肌醇 1 000mg 生物素 2. 5mg 泛酸钙 50mg Vc 1 000mg Zn 60 mg Fe 25 mg Cu 3 mg Mn 15 mg I 0. 6mg Mg 0. 7 g
Note Vitamin prem ix and mineral elem ent prem ix provided(mg/kg or U /kg diet): VA 15 000 IU, VD₃ 3 000 IU, VE 60mg VK 5mg VB₁ 15mg VB₂ 30 mg VB₆ 15mg VB₁₂ 0. 5mg niacin 175mg folic acid 5mg inositol 1 000 mg biotin 2. 5 mg calcium 50mg Vc 1 000mg Zn 60 mg Fe 25mg Cu 3 mg Mn 15mg I 0. 6mg Mg 0. 7 g

1. 4 测定指标及方法

1. 4. 1 抗氧化指标测定方法 采用南京建成生物工程研究中心生产的 SOD、MDA 试剂盒测定血清、肝胰脏和肌肉 SOD 和 MDA。原理: SOD 采用黄嘌呤氧化酶法测定, 通过黄嘌呤及其氧化酶反应系统产生超氧阴离子自由基, 后者氧化羟胺形成亚硝酸盐, 在显色剂的作用下呈现紫红色, 用可见光分光光度计测其吸光度; 当样品中含有 SOD 时, 则对超氧阴离子自由基有专一性的抑制作用, 使形成的亚硝酸盐减少, 比色时测定管的吸光度值低于对照管的吸光度值。MDA 采用硫代巴比妥酸 (TBA) 法, 过氧化脂质降解产物中的丙二醛可与 TBA 缩合形成红色产物, 在 532 nm 处有最大吸收峰。

1. 4. 2 免疫器官指数计算公式

肝胰脏指数 (Hepatosm atic index, HSI %) = $\frac{W_h}{W_o} \times 100\%$;
脾脏指数 (Splenic index, SI %) = $\frac{W_s}{W_o} \times 100\%$;
肾脏指数 (Renal Index, RI %) = $\frac{W_r}{W_o} \times 100\%$ 。

其中, W_o、W_h、W_s、W_r 分别表示试验结束时镜鲤鱼体体重、肝胰脏重、脾脏重、肾脏重 (单位为 g)。

1. 4. 3 非特异免疫酶测定方法 采用南京建成生

物工程研究中心生产的溶菌酶 (LZM) 试剂盒测定血清和组织中的溶菌酶。原理: 在一定浓度的混浊菌液中, 由于溶菌酶能水解细菌细胞壁上肽聚糖使细菌裂解浓度降低, 透光度增强, 因此根据透光度变化来推测溶菌酶的含量。血清补体 3 (C3)、补体 4 (C4) 采用免疫比浊法测定, 由黑龙江省电力医院采用全自动生化分析仪 (贝克曼 ProCX4 德国) 测定。

1. 4. 4 肌肉品质测定 鱼体肉质测定方法如下: 105℃ 烘箱干燥法测定粗水分、凯式定氮法 (总氮 × 6. 25) 测定粗蛋白、索氏抽提法 (以乙醚为抽提液) 测定粗脂肪和马福炉中灼烧法 (550℃) 测定粗灰分。将新鲜鱼肉用高速匀浆机粉碎成糜烂状, 用 pH-S-25 型 pH 计测肉样得 pH1 数值; 余下肉样, 置冰箱 4℃ 贮存 24 h 后, 测量得 pH24 数值。每尾鱼取 1 g 左右肌肉先称重 W₁, 然后放入铺有吸水纸的一次性试验管, 用离心机 3 500 r/min 离心 30 min 取出肌肉块吸干表面水分称重 W₂, 根据肌肉中水分的原始百分数与离心后释放水的百分数计算持水能力。用嫩度仪 (型号 CLM-3B) 在肌肉相同部位进行剪切, 测量肌肉嫩度。

1. 5 数据处理

试验数据采用 “平均值 ± 标准差” 表示, 所有统计分析采用 SPSS11. 5 软件, 用 Duncan’s 进行多重

比较。

2 结果与分析

2 1 大蒜茎粉和牛至草粉对抗氧化性能的影响

与 G1空白组对比 (表 2), G3 G4组显著提高了肝胰脏 SOD 活性 ($P < 0.05$), G6降低了肝胰脏 SOD活性 ($P < 0.05$); G3 G4 G5显著降低了血清 MDA 含量 ($P < 0.05$), G5 G6显著降低了肝胰脏

MDA 含量 ($P < 0.05$)。大蒜和牛至试验组均显著抑制了血清 SOD 活性 ($P < 0.05$), 肌肉 SOD MDA 各组均无显著差异 ($P > 0.05$)。

2 2 大蒜茎粉和牛至草粉对非特异免疫性能的影响

2 2 1 大蒜茎粉和牛至草粉对免疫器官的影响
与 G1空白组对比 (表 3), G3大蒜茎粉组显著提高了镜鲤肾脏指数 ($P < 0.05$), 但各试验组对脾脏和肝胰脏指数无显著影响 ($P > 0.05$)。

表 2 大蒜茎粉和牛至草粉对镜鲤抗氧化的影响

Tab 2 Effects of garlic stem powder and oregano leaf powder on antioxidant performance of minor carp

处理组 Groups	SOD / (U / mg)			MDA / (nmol/mL)		
	血清 Serum	肝胰脏 Hepatosomatic	肌肉 Muscle	血清 Serum	肝胰脏 Hepatosomatic	肌肉 Muscle
G1	143.23±2.63 b	83.01±3.50 bc	38.08±4.81	14.81±2.50 b	16.38±4.00 b	4.90±1.05
G2	140.72±1.65 b	66.30±8.38 abc	38.01±4.40	13.70±2.43 ab	10.79±4.41 ab	4.25±0.59
G3	124.96±3.11 a	107.33±15.04 e	44.60±6.84	10.04±0.96 a	11.28±1.24 ab	4.34±0.67
G4	125.69±3.39 a	89.29±5.70 ce	48.31±5.47	9.87±0.76 a	9.12±1.66 ab	4.51±0.39
G5	117.87±4.68 a	60.53±3.90 ab	37.59±5.58	9.56±0.76 a	11.48±2.06 ab	3.61±0.44
G6	126.29±3.21 a	53.56±6.47 a	31.25±5.30	11.35±0.96 ab	5.59±1.23 a	4.48±1.30
G7	116.54±9.29 a	59.14±6.31 ab	34.44±7.12	11.35±0.96 ab	7.76±1.46 a	5.48±0.73

注: 表中同列中肩注相邻字母表示差异显著 ($P < 0.05$), 相间字母表示差异极显著 ($P < 0.01$), 下同。
Notes: In the same row, the adjacent letter superscripts are significant difference ($P < 0.05$), the isolated letter superscripts are significant difference ($P < 0.01$). The same as below.

表 3 大蒜茎粉和牛至草粉对免疫器官的影响

Tab 3 Effects of garlic stem powder and oregano leaf powder on immune organs of minor carp

项目 Items	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7
脾脏指数 SI	0.24±0.03	0.25±0.01	0.23±0.02	0.26±0.02	0.23±0.02	0.26±0.03	0.23±0.02
肾脏指数 RI	0.55±0.03a	0.55±0.05ab	0.67±0.07b	0.54±0.03ab	0.54±0.03ab	0.55±0.05ab	0.46±0.05a
肝胰脏指数 HSI	2.43±0.14	2.37±0.16	2.09±0.09	1.95±0.18	2.36±0.11	2.40±0.15	2.01±0.19

2 2 2 大蒜茎粉和牛至草粉对溶菌酶和补体的影响
与 G1空白组相比 (表 4), G5 G6牛至草粉组和 G7混合组显著提高了脾脏溶菌酶活性 ($P < 0.05$), G3 G4大蒜茎粉组和 G5 G6牛至草粉组显

著提高了血清溶菌酶活性 ($P < 0.05$)。G7混合组显著提高了血清 C3活性, G3大蒜茎粉组和 G5牛至草粉组显著提高了血清 C3 C4活性 ($P < 0.05$)。各试验组肾脏溶菌酶无显著差异 ($P > 0.05$)。

表 4 大蒜茎粉和牛至草粉对非特异免疫酶的影响

Tab 4 Effects of garlic stem powder and oregano leaf powder on non-specific immune enzyme activity of minor carp

处理组 Groups	脾脏 / (U / mg) Spleen LZM	肾脏 / (U / mg) Kidney LZM	血清 Serum		
			LZM / (U / mg)	C3 / (g/L)	C4 / (g/L)
G1	38.55±1.37a	34.28±1.44	112.61±12.80a	5.81±0.21a	1.08±0.13a
G2	32.53±3.49a	35.33±4.00	129.99±12.86a	5.59±0.29a	1.49±0.08ab
G3	39.41±2.85ab	31.97±1.50	211.19±12.53b	7.04±0.32bc	1.73±0.14b
G4	33.61±3.08a	37.30±3.58	212.36±9.39b	6.22±0.13ab	1.40±0.07ab
G5	53.42±11.22b	35.51±2.63	199.50±10.48b	7.27±0.35c	1.66±0.17b
G6	50.05±3.58b	50.87±13.02	179.70±33.95b	6.27±0.31ab	1.35±0.11ab
G7	49.37±1.69b	43.11±8.19	112.78±8.70a	6.81±0.38bc	1.37±0.18ab

2 3 大蒜茎粉和牛至草粉对鱼体肌肉品质的影响

与 G1空白组对比 (表 5), 大蒜茎粉和牛至草粉均显著提高了肌肉粗蛋白质含量 ($P < 0.05$), G4大蒜茎粉组显著提高了粗脂肪含量 ($P < 0.05$), 牛至

草粉添加组显著降低了粗灰分含量 ($P < 0.05$)。G4大蒜茎粉组和 G7大蒜茎粉和牛至草粉混合组显著提高了肌肉持水能力 ($P < 0.05$)。各试验组肌肉中粗水分、pH 值和嫩度无显著差异 ($P > 0.05$)。

表 5 大蒜茎粉和牛至草粉对肌肉品质的影响

Tab 5 Effects of garlic stem powder and oregano leaf powder on meat quality of minor carp

处理组 Groups	粗水分 / % Moisture	粗蛋白质 / % Protein	粗脂肪 / % Lipid	粗灰分 / % Ash	pH 1	pH 24	持水能力 Retention ability	嫩度 Tenderness
G1	75.69±0.03	17.32±0.22a	3.29±0.05ab	1.46±0.06c	6.76±0.05	6.46±0.03	0.10±0.02a	2.13±0.07
G2	74.50±0.05	18.04±0.13b	3.49±0.12b	1.69±0.03d	6.75±0.04	6.49±0.03	0.13±0.02ab	2.19±0.05
G3	76.32±0.11	19.41±0.20d	3.53±0.10b	1.58±0.04cd	6.76±0.04	6.49±0.03	0.14±0.01ab	2.11±0.05
G4	75.75±0.21	18.34±0.14bc	4.13±0.16c	0.86±0.05a	6.73±0.03	6.48±0.04	0.15±0.02b	2.09±0.05
G5	77.43±0.19	18.39±0.08bc	3.53±0.11b	1.05±0.04b	6.68±0.03	6.51±0.05	0.11±0.02ab	2.21±0.03
G6	76.17±0.12	18.18±0.11bc	3.06±0.13a	0.91±0.02a	6.75±0.06	6.49±0.02	0.14±0.02ab	2.20±0.04
G7	75.28±0.16	18.73±0.35c	3.00±0.13a	0.89±0.06a	6.86±0.02	6.55±0.04	0.15±0.02b	2.25±0.05

3 讨论

3.1 大蒜茎粉和牛至草粉对镜鲤抗氧化性能的影响

动物机体的抗氧化水平,在一定程度上反映机体的健康状况。在正常情况下,体内抗氧化酶可以清除氧化代谢产物,而当其氧化能力下降时,过量的氧自由基与不饱和脂肪酸发生脂质过氧化,会损伤细胞膜及细胞内的大分子蛋白和核酸,对动物造成损伤^[13]。SOD是机体清除氧自由基的重要抗氧化物酶。脂质过氧化产醛基、酮基、羟基、氢氧化基等,因此MDA的量常常反映机体内脂质过氧化的程度,间接反映出细胞损伤程度^[14]。本试验结果显示添加0.5%、2.5%大蒜茎粉组显著提高了肝胰脏SOD活性,减少血清中MDA含量;这与林亚秋^[15]报道奶牛饲料中添加大蒜比空白对照组显著提高组织SOD活性的结果相一致。0.1%牛至草粉减少了血清和肝胰脏MDA含量,0.5%牛至草粉减少了肝胰脏MDA含量,这与陈会良^[16]报道牛至油可以显著降低奶牛血清MDA含量结果基本一致。Zheng^[17]报道牛至油可以显著提高斑点叉尾鲷(*Ictalurus punctatus*)血清SOD活性,提高抗氧化能力。但各试验组均降低了镜鲤血清SOD活性,与以上的报道不一致,这表明大蒜茎粉和牛至草粉提高抗氧化能力的作用主要表现在降低脂质过氧化的产物,而对提高血清SOD活性的效果并不明显。

大蒜茎粉提高抗氧化能力的主要原因:大蒜中精油的主要成分是一些处于还原态的含硫有机化合物如蒜氨酸、大蒜素、二烯丙基硫醚化合物、甲基烯丙基硫醚化合物、二甲基三硫醚等^[18]。这些硫化物具有强还原性,首先能将多不饱和脂肪酸氧化时所形成的过氧化物还原;同时也能与脂肪中微量氧发生氧化还原反应,降低脂肪中氧浓度从而延缓多不饱和脂肪酸的自动氧化;另外具有清除自由基作用,能够与引起油脂自动氧化的活泼自由基发生反应,形成新的、稳定的自由基,从而终止自由基的链锁反应,延缓多不饱和脂肪酸的自动氧化^[19];从而表现

出减少了脂质过氧化产生的MDA。

牛至中主要抗氧化的有效成分是黄酮、黄迷酮、圣草酚、黄烷醇酮等,这些抗氧化成分进入循环系统阻止氧化途径。牛至保持油脂稳定性从而避免低脂肪、多不饱和脂肪酸氧化降解导致的动物营养价值降低和风味的破坏。顾仁勇^[20]通过试验证实经牛至精油处理的猪油样在整个存放期间,具有一定的抗氧化效果,其效果随着精油用量的加大而增强。牛至油浓度为75~100 mg/kg时,可防止成年鸡的肝脏氧化,也可使家禽蛋黄中的硫代巴比妥酸的活性保持不变。

3.2 大蒜茎粉和牛至草粉对非特异免疫性能的影响

免疫系统是指机体识别和消除异物的一个防卫系统,它的主要功能是防御、自身稳定与免疫监督三方面^[21]。鱼类与哺乳动物在免疫器官组成上的主要区别在于前者没有骨髓和淋巴结,胸腺、肾脏和脾脏是鱼类最主要的免疫器官^[22],免疫器官发育的情况会影响机体免疫机能。溶菌酶是吞噬细胞杀菌的物质基础,该酶能水解细菌细胞壁中粘多糖N-乙酰胞壁酸和N-乙酰氨基葡萄糖之间的β-1,4糖苷键,使细胞壁不溶性多糖分解成可溶性糖肽,导致细菌细胞壁破裂、内容物溢出而使细菌死亡^[23]。Dunier等^[24]认为水产动物体内的溶菌酶是一种重要的非特异性防御因子,也是鱼生理防御水平的重要标志之一。C3、C4是补体系统的固有成分,在机体防御过程中可以调节吞噬细胞机制清除病原微生物,活化炎性细胞对靶细胞的杀伤作用等来提高机体的免疫机制^[25]。

本试验结果显示,大蒜茎粉显著提高了血清溶菌酶活性,牛至草粉显著提高了脾脏和血清溶菌酶活性。0.5%大蒜茎粉显著提高了肾脏指数和血清C3、C4活性,0.1%牛至草粉显著提高了血清C3、C4活性。曹丹等^[26]在暗纹东方鲀(*Takifugu obscurus*)饲料中添加100 mg/kg的大蒜素,极显著地提高暗纹东方鲀脾脏中溶菌酶的活力。Zheng^[17]报道牛至油可以显著提高斑点叉尾鲷(*Ictalurus punctatus*)血

清溶菌酶活性。张莉等^[27]研究表明肉鸡饲料中添加 100 mg/kg 牛至油, C3 水平显著高于对照组, C4 水平极显著高于对照组。顾雪飞等研究证明, 喂到 30 d 金银花和大蒜可以显著提高鲤血清中补体 C3 的活性^[27]。

大蒜茎粉和牛至草粉提高镜鲤非特异性免疫性能的主要原因如下: 大蒜茎中有效成分硫醚化合物的活性基团与细菌生长繁殖所必需的半胱氨酸分子相结合, 从而抑制细菌的生长和繁殖, 因而大蒜素对多种致病菌有明显的抑制和杀灭作用; 另一方面大蒜素与外毒素特异性结合, 使其不产生毒性作用, 显著增强体液免疫功能; 大蒜素还可激活单核细胞的分泌功能, 促使溶菌酶大量释放, 使水解细菌细胞壁中的黏多肽裂解和死亡, 增强非特异性免疫功能^[28]。牛至中含有多种苯酚类化合物, 使细菌细胞膜蛋白质变性, 抗菌作用机理表现为两个方面: 首先破坏病原微生物细胞的内外物质交换与平衡, 导致病原微生物细胞膜通透性发生变化, 细胞内容物流失; 另外破坏病原微生物细胞正常的代谢机能, 进入病原微生物细胞内的活性成分, 通过改变细胞内细胞器的膜性结构, 使一些重要细胞器如线粒体丧失生理功能^[29-30]。

3.3 大蒜茎粉和牛至草粉对鱼体肌肉品质的影响

目前对鱼体肉质的报道很少, 吴东^[31]研究发现, 益生菌和大蒜素可以改善克氏螯虾 (*Procambarus clarkii*) 肌肉品质, 提高出肉率, 降低粗水分以及滴水损失, 但对 pH1、pH24、蒸煮损失和嫩度没有显著影响。本试验结果显示大蒜茎粉和牛至草粉对鱼体肌肉 pH1、pH24 嫩度也无显著影响, 但 2.5% 大蒜茎粉和大蒜茎粉、牛至草粉复合组显著提高了肌肉持水能力; 大蒜茎粉和牛至草粉显著提高了鱼体肌肉粗蛋白质含量。大蒜中含有多种硫醚成分, 长期投喂可改善水产动物的肉质。据伍莉报道^[32], 大蒜中有效成分进入鱼体肠道后, 有激活肠道蛋白酶的作用, 从而使饲料中的蛋白质能更好地转化为鱼体蛋白。向泉等^[33]在淡水白鲢 (*Piaractus brachipomus*) 饲料中分别添加 25、50、75、100 mg/kg 大蒜素进行试验, 结果试验组淡水白鲢鱼体的粗蛋白含量比对照组分别提高了 3.82%、6.00%、17.67% 和 18.38%, 淡水白鲢鱼体肌肉的品质发生了明显的变化。而牛至草改善肉质的原因尚不清楚, 有待进一步的研究。

4 结 论

饲料中添加大蒜茎粉和牛至草粉有利于提高镜

鲤机体抗氧化能力以及非特异免疫性能; 提高肌肉蛋白质含量改善鱼体肌肉品质。

参考文献:

- [1] 王海华, 盛银平, 曹义虎. 鱼用免疫增强剂的作用机制及其应用研究进展 [J]. 兽药与饲料添加剂, 2005, 10(2): 25-27.
- [2] Fletcher T C. Non-specific defense mechanisms of fish [J]. Developmental and Comparative Immunology Suppl 1982, 10(2): 123-132.
- [3] Tsao SM, Yin M C. In-vitro antimicrobial activity of four diallyl sulphides occurring naturally in garlic and Chinese leek oils [J]. Journal of Medical Microbiology, 2001, 50(7): 646-649.
- [4] Lu Y Y. Isolation of diallyl trisulfide inducible differentially expressed genes in human gastric cancer cells by modified cDNA representational difference analysis [J]. DNA Cell Biology, 2002, 21(11): 771-780.
- [5] Lin M C, Wang E J, Lee C, et al. Garlic inhibits microsomal triglyceride transfer protein gene expression in human liver and intestinal cell lines and in rat intestine [J]. Journal of Nutrition, 2002, 132(6): 1165-1168.
- [6] Wu C C, Sheen L Y, Chen H W, et al. Differential effect of garlic oil and its three major organo sulfur components on the heparin detoxification system in rats [J]. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 2002, 50(2): 378-383.
- [7] Wu C C, Sheen L Y, Chen H W, et al. Effects of organo sulfur compounds from garlic oil on the antioxidant system in rat liver and red blood cells [J]. Food and Chemical Toxicology, 2001, 39(6): 563-569.
- [8] 朱 斌, 程向炜, 刘迎新. 牛至油化学成分、药理活性及提取方法研究进展 [J]. 中药材, 2007, 30(8): 1038-1041.
- [9] 林清华, 刘 波, 徐有为. 牛至挥发油对肠炎常见菌体外抗菌作用 [J]. 应用与环境生物学报, 1997, 3(1): 76-78.
- [10] Botsoglou N A, Fletouris D J, Fournier P, et al. Inhibition of lipid oxidation in long-term frozen stored chicken meat by dietary oregano essential oil and α -tocopheryl acetate supplementation [J]. Food Research International, 2003, 36: 207-213.
- [11] Botsoglou N A, Grgoriou S H, Botsoglou E, et al. The effects of dietary oregano essential oil and α -tocopheryl acetate on lipid oxidation in raw and cooked turkey during refrigerated storage [J]. Meat Science, 2003, 65: 1193-1200.
- [12] 王 芳, 王吉谭, 孙信权. 牛至油研究进展及其在畜牧业中应用 [J]. 中国饲料, 2005, 1: 12-15.

[13] Walker S T, Mantle D, Bythell J C, *et al*. Oxidative stress comparison of species specific and tissue specific effects in the marine bivalves *Mytilus edulis* (L.) and *Dosinia listriata* (L.) [J]. Comp Biochem Physiol B Biochem Mol Biol 2000, 127(3): 347- 355

[14] 叶继丹, 韩友文, 赵吉伟. 喹乙醇对鲤肝胰脏抗氧化酶系统的影响 [J]. 水产学报, 2004, 28(3): 231- 235.

[15] 林亚秋, 刘品, 单世涛. 黄霉素和大蒜素对鲫鱼生长性能及生理状况的影响 [J]. 粮食与饲料工业, 2009, 3: 43- 45.

[16] 陈会良, 顾有方, 应小强. 牛至油对奶牛产奶性能和抗氧化功能影响的研究 [J]. 粮食与饲料工业, 2005(5): 42- 43.

[17] Zheng Z L, Justin Y W, Tan C. Evaluation of oregano essential oil (*Origanum heracleoticum* L.) on growth antioxidant effect and resistance against *Aeromonas hydrophila* in channel catfish (*Ictalurus punctatus*) [J]. Aquaculture, 2009, 292: 214- 218.

[18] 王欣. 超临界 CO₂ 萃取大蒜精油和油树脂 [J]. 农业工程学报, 2001, 17(3): 111- 115.

[19] 刘书成, 李元瑞. 大蒜复合抗氧化剂的配方优化及抗氧化机理分析 [J]. 中国食品添加剂, 2007(2): 120- 125.

[20] 顾仁勇, 刘莹莹. 牛至精油抑菌及抗氧化性能研究 [J]. 食品与发酵工业, 2006, 32(10): 51- 53.

[21] 孙德文, 詹勇, 许梓荣. 鱼类免疫系统研究进展 [J]. 水利渔业, 2002, 22(6): 17- 19.

[22] 陈竞春, 石安静. 贝类免疫生物学研究概况 [J]. 水生生物学报, 1996, 20(1): 74- 78.

[23] 李婵, 徐奇友, 许红. 几种饲料添加剂对虹鳟免疫活性和抗氧化能力的影响 [J]. 安徽农业大学学报, 2008, 35(3): 456- 461.

[24] Dunier M, Siwicki K, Demae I. Effects of organophosphorus insecticides on the immune response of carp (*Cyprinus carpio*) [J]. Ecotoxicol Environ Saf 1991, 22: 79- 87.

[25] 吉红, 朱天和, 周继术. 日粮中鱼粉添加量对鲤鱼种生长、生物学性状及血清生化指标的影响 [J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2008, 36(7): 33- 38.

[26] 曹丹, 周洪琪. 不同添加剂对暗纹东方纯生长和脾脏溶菌酶活力的影响 [J]. 水产科技, 2002(3): 22- 24.

[27] 张莉, 宋代军. 牛至油对肉鸡生产性能和血液指标的影响 [J]. 中国饲料, 2009, 4: 25- 27.

[28] 申爱华, 邵春荣, 袁忠. 大蒜素作为绿色添加剂的应用 [J]. 世界博览, 2006, 12: 35- 37.

[29] 李忠萍, 远立国. 新型绿色抗菌促生长剂—牛至油的研究进展 [J]. 饲料博览, 2006, 4: 36- 38.

[30] 董宏伟, 袁振峰. 新型绿色抗菌促生长剂—牛至油 [J]. 中国动物保健, 2007, 8: 76- 77.

[31] 吴东, 夏伦志, 侯冠军. 不同饲料添加剂对克氏螯虾生长和虾肉品质的影响 [J]. 粮食与饲料工业, 2007, 7: 35- 37.

[32] 伍莉, 陈鹏飞, 罗绍禄. 不同添加剂对斑点叉尾鲑回肠道蛋白酶、淀粉酶活力的影响 [J]. 饲料研究, 2002(1): 4- 7.

[33] 向泉, 刘长忠. 大蒜素对淡水白鲢生长影响的研究 [J]. 饲料研究, 2002(4): 5- 7.