

孙学亮, 季延滨, 白东清, 等. 虾青素混合物对鸚鵡鱼着色和生理机能的影响[J]. 江苏农业科学, 2017, 45(14): 143–145.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.14.040

虾青素混合物对鸚鵡鱼着色和生理机能的影响

孙学亮¹, 季延滨¹, 白东清¹, 崔培¹, 华旭峰¹, 尤宏争², 陈成勋¹

(1. 天津农学院水产学院/天津市水产生态及养殖重点实验室, 天津 300384; 2. 天津市水产研究所, 天津 300042)

摘要:通过虾青素与不同载体(磷脂、维生素 E)的组合方式, 研究虾青素混合物对鸚鵡鱼着色和生化指标的影响。以 540 尾 1 龄健康的鸚鵡鱼[体质量为 (8.23 ± 0.52) g]为研究对象, 试验时间为 30 d。试验分为 3 个组: A 组为添加 1% 虾青素 + 0.3% 维生素 E; B 组为添加 1% 虾青素 + 0.3% 磷脂; C 组为对照组(未添加任何色素和载体)。结果表明, 与对照组相比, A、B 组均使鸚鵡鱼的体色显著变红; 虾青素混合物对鸚鵡鱼具有一定的抗氧化能力, A、B、C 组 SOD 活性均存在显著差异, 其中 A 组的 SOD 活性显著高于 C 组的 SOD 活性, C 组的 SOD 活性又显著高于 B 组的 SOD 活性; A、B、C 组 CAT 活性由高到低依次为 A 组 > B 组 > C 组; A、C 组的 MDA 含量显著低于 B 组的 MDA 含量, A、C 组间差异不显著。由此可见, A 组的抗氧化效果最好。虾青素混合物对血清中 ALT、AST 活性也存在差异: A、B 组血清中的 ALT、AST 活性均显著低于 C 组的 ALT、AST 活性, A、B 2 组差异不显著。总之, 饲料中添加虾青素与维生素 E、磷脂这 2 种载体的组合方式对鸚鵡鱼着色与生长效果较好。

关键词:鸚鵡鱼; 着色; 生化指标; 虾青素; 磷脂; 抗氧化; 血清

中图分类号: S963.73⁺5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)14-0143-03

鸚鵡鱼别称鸚嘴鱼, 属动物界脊椎动物门脊椎动物亚门鲈形目鸚嘴鱼科, 是由红魔鬼父本和紫红火口母本杂交得到的新品种, 体色决定其观赏价值和经济价值。

近年来, 增色剂在观赏鱼的养殖中被广泛应用。何培民等把螺旋藻添加到饲料中来投喂锦鲤, 随着螺旋藻投喂量的增加, 锦鲤体色逐渐加深^[1]。在基础饲料中添加类胡萝卜素喂养珍珠玛丽鱼、红剑尾鱼, 它们的体色明显艳丽^[2]。虾青素是水产养殖上被广泛应用的一种类胡萝卜素着色剂^[3]。虾青素具有抗氧化、预防肿瘤、提高免疫力、提高肌肉性能等许多重要的生理功能。金征宇等将虾青素应用于罗氏沼虾中, 效果十分明显, 改善了罗氏沼虾的体色、提高了虾壳中类胡萝卜素的含量^[4]; 谢剑华等研究发现, 虾青素可显著提高日本沼虾的免疫力^[5]。虾青素在金鱼等观赏鱼类^[6]及真鲷^[7]、金头鲷^[8]、北极红点鲑^[9]、虹鳟^[10]、大西洋鲑^[11]等食用鱼类均有着色作用。

本试验将虾青素与磷脂、维生素 E 组合形成虾青素混合物, 揭示其对鸚鵡鱼着色和生化指标的影响规律, 旨在探索虾青素的最适添加量以及合理搭配, 并以此指导生产, 为以后的研究奠定理论基础。

收稿日期: 2016-03-18

基金项目: 国家星火计划(编号: 2014GA610001); 天津市科技计划(编号: 14ZCDGNC00029); 天津市科技支撑计划(编号: 14ZCZDNC00010); 科技型中小企业创新项目(编号: 14ZXCXNC00058); 天津市应用基础与前沿技术研究计划(重点项目)(编号: 13JCZDJC29200); 天津市高等学校创新团队基金项目(编号: TD12-5018)。

作者简介: 孙学亮(1984—), 男, 天津人, 硕士, 研究方向为水产养殖。

E-mail: sunxueliang12345@163.com。

通信作者: 陈成勋, 研究员, 研究方向为水产养殖。E-mail: ccxny@163.com。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 试验用鱼 鸚鵡鱼, 体质量为 (8.23 ± 0.52) g, 外观正常, 体质健壮, 共 540 尾。分别放在蓝色长方形塑料箱(70 cm × 50 cm × 50 cm)中, 每箱 60 尾。暂养 3 d, 使其适应试验环境, 减少应激反应。暂养期间水温为 28~32℃。

1.1.2 试验药物 虾青素(添加含量为 1%, 郑州华仁医药有限公司)、磷脂(添加含量为 0.3%, 北京源华美磷脂科技有限公司)、维生素 E(添加含量为 0.3%, 郑州四阳化工产品有限公司)。

1.2 试验方法

1.2.1 试验方法 按照饲料中所添加的载体不同, 试验设 3 组, 分别为 A、B、C, 每组设 3 个重复, 分别放在蓝色塑料箱中, 每箱 60 尾, 实际水体积为 120 L。其中, A 组表示添加 1% 虾青素 + 0.3% 维生素 E; B 组表示添加 1% 虾青素 + 0.3% 磷脂; C 组表示对照(基础饲料, 未添加任何色素和载体)。水温保持在 (30 ± 2) ℃, 每日投喂 3 次, 日投饵量为体质量的 4%~7%, 试验时间为 30 d。

1.2.2 血清和组织匀浆的制备 试验结束后, 每箱随机抽取 10 尾采血, 采取尾部抽血, 于 4 500 r/min、4℃ 下离心 30 min, 取血清备用。

取 200 mg 左右的肝胰脏在冰冷的生理盐水中漂洗, 除去血液, 滤纸试干, 用移液器加入 9 倍于组织块质量的预冷匀浆介质(0.86% 的生理盐水), 在匀浆器中进行匀浆, 用匀浆管在冰水中匀浆 15 min, 于 4 500 r/min、4℃ 下离心 15 min, 取上清液备用。

1.2.3 测定的指标 超氧化物歧化酶(superoxide dismutase, 简称 SOD)活性、丙二醛(malondialdehyde, 简称 MDA)含量、过氧化氢酶(catalase, 简称 CAT)、谷草转氨酶(aspartate

aminotransferase,简称 AST/GOT)、丙氨酸转氨酶 (alanine aminotransferase,简称 ALT/GPT) 活性、类胡萝卜素含量的测定试剂盒,均由南京建成生物工程研究所生产;总蛋白含量的测定试剂盒由中生北控生物科技有限公司生产。

用便携式色差仪 HP-2132 分别测量试验前后的血鸚鵡的亮度(L^*)、红色(a^*)、黄色(b^*),每箱随机抽取 10 尾。测量前擦干鱼体表面附着的水,根据仪器测量鱼体的背部得出数据。

1.3 数据统计

采用 Excel 常规处理数据后,利用 SPSS 13.0 软件进行方差分析。本试验所有数据均以“平均值±标准差”($\bar{x} \pm s$)表示。

2 结果与分析

2.1 虾青素混合物对鸚鵡鱼抗氧化能力的影响

由表 1 可知,A 组(1% 虾青素+0.3% 维生素 E)的 SOD 活性显著高于 B(1% 虾青素+0.3% 磷脂)、C(对照)组的 SOD 活性,C 组 SOD 活性显著高于 B 组的 SOD 活性,A、B、C 组的 SOD 活性均存在显著差异,A 组的 SOD 活性最高;A、B、C 组的 CAT 活性均存在显著差异,A 组的 CAT 活性最高,显著高于 B、C 组的 CAT 活性,B 组的 CAT 活性显著高于 C 组的 CAT 活性;A、C 组的 MDA 含量显著低于 B 组的 MDA 含量,A、C 组的 MDA 含量差异不显著。

表 1 虾青素混合物对鸚鵡鱼肝脏抗氧化指标的影响

组别	SOD 活性 (U/mg)	CAT 活性 (U/mg)	MDA 含量 (nmol/mg)
A	215.39 ± 8.18a	253.55 ± 8.30a	24.29 ± 1.15b
B	113.68 ± 8.46c	144.48 ± 7.52b	47.50 ± 7.94a
C	159.87 ± 1.61b	108.95 ± 5.71c	24.87 ± 0.77b

注:同列不同小写字母表示在 0.05 水平上差异显著($P < 0.05$),下表同。

2.2 虾青素混合物对血清中 ALT、AST 活性的影响

由表 2 可知,A、B、C 组血清中 ALT 活性由低到高的顺序为 A 组 < B 组 < C 组,其中 C 组血清中 ALT 活性显著高于 A、B 组的 ALT 活性,A、B 组间 ALT 活性差异不显著;A、B、C 组血清中 AST 活性由高到低的顺序 C 组 > B 组 > A 组,其中 C 组血清中 AST 活性显著高于 A、B 组的 AST 活性,A、B 组间血清中 AST 活性差异不显著。

表 2 虾青素混合物对鸚鵡鱼血清中的 ALT、AST 的影响

组别	ALT 活性(U/L)	AST 活性(U/L)
A	2.43 ± 0.02b	1.51 ± 0.08b
B	2.46 ± 0.05b	1.55 ± 0.30b
C	2.61 ± 0.09a	1.86 ± 0.29a

2.3 虾青素混合物对鸚鵡鱼类胡萝卜素含量的影响

由表 3 可知,在肝脏中,C 组的类胡萝卜素含量显著低于 A、B 组的类胡萝卜素含量,A、B 组间类胡萝卜素含量差异不显著;在肌肉中,C 组的类胡萝卜素含量最低,显著低于 A、B 组的类胡萝卜素含量,A、B 组间类胡萝卜素含量差异不显著;在皮肤中,3 组的类胡萝卜素的含量由高到低依次为 A 组 > B 组 > C 组,其中 A、B 组的类胡萝卜素含量分别显著高于 C 组的类胡萝卜素含量,A、B 组间类胡萝卜素含量差异不显著。由此可以看出,3 种组织中 A、B 组的类胡萝卜素含量

均显著高于对照组。3 种组织中着色效果比较,由易到难的顺序为肝脏 > 皮肤 > 肌肉,说明肌肉相比其他 2 种组织更不易着色,肝脏最容易着色。

表 3 虾青素混合物对鸚鵡鱼类胡萝卜素含量的影响

组别	类胡萝卜素含量(mg/kg)		
	肝脏	肌肉	皮肤
A	111.11 ± 0.85a	107.37 ± 1.05a	109.81 ± 0.89a
B	110.48 ± 0.55a	107.40 ± 0.50a	109.14 ± 0.81a
C	81.09 ± 1.15b	79.55 ± 0.67b	79.64 ± 0.54b

2.4 虾青素混合物对鸚鵡鱼体表色素的影响

由表 4 可知,A、B、C 组间鸚鵡鱼体表的 L^* 值均存在显著差异,其中 A 组的 L^* 值显著高于 B、C 组的 L^* 值,C 组的 L^* 值显著高于 B 组的 L^* 值;鸚鵡鱼体表的 a^* 最大值出现在 A 组,C 组的 a^* 值显著低于 A、B 组的 a^* 值,A、B 组差异不显著;A、B、C 组间鸚鵡鱼体表的 b^* 值均存在显著差异,其中 B 组的 b^* 值显著高于 A、C 组的 b^* 值,A 组的 b^* 值显著高于 C 组的 b^* 值。由此可知,虾青素与维生素 E 组合形成的虾青素混合物能够使鸚鵡鱼显著变红,着色效果较好。

表 4 虾青素混合物对鸚鵡鱼体色的影响

组别	L^*	a^*	b^*
A	68.74 ± 1.40a	5.51 ± 0.24a	6.99 ± 1.78b
B	50.96 ± 1.38c	3.58 ± 0.51a	8.95 ± 1.47a
C	60.00 ± 0.79b	-8.55 ± 1.33b	4.12 ± 0.09c

3 讨论

3.1 虾青素混合物对鸚鵡鱼抗氧化能力的影响

SOD、CAT 是生物体内 2 种相互关联的抗氧化酶,可使生物机体免受氧化伤害^[12]。同时测定 MDA 的含量常常可以反映机体内脂质过氧化的程度,间接反映出细胞损伤的程度^[13]。本试验中 A 组 SOD、CAT 活性最高,MDA 含量最低,说明虾青素具有很好的抗氧化能力。裴素蕊等分别在凡纳滨对虾、斑节对虾的饲料中添加虾青素,均证实虾青素具有很强的抗氧化能力^[14-15]。维生素 E 是动物体内阻断自由基链反应的脂溶性抗氧化剂之一,能使组织器官免受自由基损伤,具有很强的抗氧化效果^[16-17]。周立斌等研究结果表明,在美国红鱼饲料中维生素 E 的适宜添加量为 1 028 mg/kg,具有一定的抗氧化效果^[18]。关于黄颡鱼的研究中,在维生素 E 的添加量为 125、175 mg/kg 时,血浆中丙二醛(MDA)含量显著降低($P < 0.05$),SOD 活性比不添加组略高^[19]。蔡中华等研究结果表明,维生素 E 不仅本身具有抗氧化功能,还可诱导机体显著增加 SOD 产生的能力,并显著降低氧化代谢产物 MDA 含量^[20]。

综上所述,由于虾青素和维生素 E 均能提高 SOD、CAT 的活性并且同时抑制 MDA 含量的增加,因此虾青素与维生素 E 组合形成的虾青素混合物(A 组)对鸚鵡鱼的抗氧化能力较强,效果较好。

3.2 虾青素混合物对鸚鵡鱼血清中生化指标的影响

ALT、AST 被广泛用作肝脏损害的标志物。AST、ALT 是反映肝脏健康状态最敏感的酶学指标,对肝病的诊断治疗具有重要价值。本试验结果表明,A、B 组血清中的 ALT、AST 活性均显著低于 C 组的 ALT、AST 活性,A、B 组间的 ALT、AST 活性无显著差异。饲料中添加虾青素和维生素 E 对血

清中 ALT、AST 活性的影响十分明显,说明虾青素和维生素 E 对肝脏有一定的保护作用。裴俊鹏等将虾青素加入到小鼠的饲料中发现,虾青素可以降低小鼠血清中 ALT、AST 活性,从而改善乙醇性肝损伤^[21]。Nakano 等用添加了 10.87 g/kg 虾青素的饲料饲喂虹鳟后,显著降低了血清 ALT、AST 的活性,从而起到保护虹鳟肝脏的作用^[22]。

3.3 虾青素混合物对鸚鵡鱼着色指标的影响

鱼类的体色主要由类胡萝卜素决定,与其生理状态和环境因素也有关系。鱼类自身不能合成类胡萝卜素,只能从食物中吸收、沉淀和转化。影响鱼类着色的原因有很多,包括鱼类遗传特性、所处的环境、喂食的饲料以及鱼类自身的生理状态等。

结果表明,鸚鵡鱼在肝脏、肌肉以及皮肤中 A、B 组的类胡萝卜素含量均显著高于 C 组的类胡萝卜素含量,A、B 组间无显著差异,说明饲料中添加虾青素和载体对鸚鵡鱼类胡萝卜素含量的影响十分明显,虾青素与维生素 E、磷脂分别组合形成的虾青素混合物使鸚鵡鱼类胡萝卜素含量较高。综上所述,用虾青素混合物喂养的鸚鵡鱼中类胡萝卜素含量均高于基础饲料,同时鸚鵡鱼中类胡萝卜素含量由高到低依次为肝脏>皮肤>肌肉,说明肝脏和皮肤更容易着色。王海英等研究表明,添加虾青素可显著提升鸚鵡鱼的体色,而添加螺旋藻对其体色影响不大^[23]。张晓红等研究表明,随着在饲料中虾青素添加量的增加,鸚鵡鱼皮肤类胡萝卜素含量逐渐升高^[24]。刘金海报道,维生素 E 对鸚鵡鱼着色也具有一定的帮助^[25]。结果说明,虾青素对鸚鵡鱼的着色效果更好。

鸚鵡鱼体表的 L^* 值由大到小依次为 A 组>C 组>B 组,说明使用添加虾青素和维生素 E 的饲料喂养的鸚鵡鱼体表亮度明显高于其他 2 组,虾青素和维生素 E 混合的饲料喂养的鸚鵡鱼亮度更高。A、B 组鸚鵡鱼体表的 a^* 值均显著高于 C 组的 a^* 值,说明使用 A、B 组的饲料喂养的鸚鵡鱼颜色更红,添加了虾青素的饲料着色效果更好;B 组鸚鵡鱼体表的 b^* 值显著高于 A、C 组的 b^* 值,说明添加虾青素和磷脂载体的饲料效果更显著,相比其他 2 组颜色更偏黄一些。

4 结论

虾青素与维生素 E 载体组合形成的混合物对鸚鵡鱼有较强的抗氧化能力,虾青素对鸚鵡鱼具有一定的抗氧化作用,对鸚鵡鱼的着色效果较好。虾青素与维生素 E、磷脂这 2 种载体组成的混合物对鸚鵡鱼的肝脏具有一定的保护作用。

参考文献:

- [1]何培民,张饮江,何文辉.螺旋藻对锦鲤生长和体色的影响[J].水产学报,1999,23(2):162-168.
- [2]张海琪,竺俊全,李多云.水产增色剂的种类与应用[J].广东饲料,2001(1):41-43.
- [3]de la Mora G I,Arredondo-Figueroa J L,Ponce-Palafox J T,et al. Comparison of red chilli (*Capsicum annum*) oleoresin and astaxanthin on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillet pigmentation[J]. Aquaculture,2006,258(1):487-495.
- [4]金征宇,过世东,吕玉华.饲料中添加富含虾青素的法夫酵母对罗氏沼虾的体色及生长状况的影响[J].饲料工业,1999(10):29-31.
- [5]谢剑华,管越强,王静波.虾青素对日本沼虾血细胞密度及吞噬活力的影响[J].河北渔业,2008(1):8-10,13.

- [6]陈晓明,徐学明,金征宇.富含虾青素的法夫酵母对金鱼体色的影响[J].中国水产科学,2004,11(1):70-73.
- [7]Chatzifotis S, Pavlidis M, Jimeno C D, et al. The effect of different carotenoid sources on skin coloration of cultured red porgy (*Pagrus pagrus*) [J]. Aquaculture Research,2005,36(15):1517-1525.
- [8]Gomes E,Dias J,Silva P. Utilization of natural and synthetic sources of carotenoids in the skin pigmentation of gilthead seabream (*Sparus aurata*) [J]. European Food Research and Technology,2002,214(4):287-293.
- [9]Hatlen B,Aas G H,Jørgensen E H,et al. Pigmentation of 1,2 and 3 year old Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) fed two different dietary astaxanthin concentrations[J]. Aquaculture,1995,138(1/2/3/4):303-312.
- [10]Kouakou N G D V,Choubert G. Effect of varying the concentration of dietary astaxanthin on rainbow trout muscle pigmentation[J]. Journal of Applied Aquaculture,2006,18(2):61-73.
- [11]Page G I, Davies S J. Tissue astaxanthin and canthaxanthin distribution in rainbow trout and Atlantic salmon[J]. Comparative Biochemistry and Physiology,2005,143(1):125-132.
- [12]鲁双庆,刘少军,刘红玉,等. Cu^{2+} 对黄鳝肝脏保护酶 SOD、CAT、GSH-PX 活性的影响[J]. 中国水产科学,2002,9(2):138-141.
- [13]梁友光,贫锡勤. 人工饲料和活饵料对长吻鮠鱼种生长的影响[J]. 水利渔业,1994(6):25-27.
- [14]裴素蕊,管越强,马云婷. 饲料中添加虾青素对凡纳滨对虾生长、存活和抗氧化能力的影响[J]. 水产科学,2009,28(3):126-129.
- [15]Pan C H,Chien Y H,Hunter B. The resistance to ammonia stress of *Penaeus monodon* Fabricius juvenile fed diets supplemented with astaxanthin [J]. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology,2003,297(1):107-118.
- [16]袁明雪,黄象男,韩绍印,等. 天然维生素 E 的研究进展[J]. 生物学杂志,2008,25(3):13-15.
- [17]宋晓燕,杨天奎. 天然维生素 E 的功能及应用[J]. 中国油脂,2000,25(6):45-47.
- [18]周立斌,王安利,张伟,等. 饲料维生素 E 含量对美国红鱼生长和非特异性免疫的影响[J]. 渔业科学进展,2009,30(1):47-53.
- [19]陈 骋,熊 晶,左永松,等. 饲料中不同维生素 E 添加量对黄颡鱼幼鱼生长性能及免疫功能的影响[J]. 中国水产科学,2010,17(3):521-526.
- [20]蔡中华,邢克智,董双林. 维生素 E 对鲤鱼健康的影响[J]. 动物学报,2001(增刊1):120-124.
- [21]裴俊鹏,惠伯棣. 虾青素对小鼠急性乙醇肝损伤的保护作用[J]. 江苏大学学报(医学版),2008,18(4):303-306.
- [22]Nakano T,Kanmuri T,Sato M,et al. Effect of astaxanthin rich red yeast (*Phaffia rhodozyma*) on oxidative stress in rainbow trout[J]. Biochimica Et Biophysica Acta,1999,1426(1):119-125.
- [23]王海英,张晓红,吴锐全,等. 两种添加剂色素对血鸚鵡体色的调控作用[C]//中国水产学会. 2008 年中国水产学会学术年会论文摘要集. 北京:海洋出版社,2008:52-54.
- [24]张晓红,吴锐全,王海英,等. 饲料中添加虾青素对血鸚鵡皮肤类胡萝卜素含量和体色三刺激值的影响[J]. 广东海洋大学学报,2010,30(4):77-80.
- [25]刘金海. 螺旋藻、VC、VE 和豆油对名贵观赏鱼——血鸚鵡鱼着色的影响[C]//中国海洋湖沼学会鱼类学分会、中国动物学会鱼类学分会. 2004 年学术研讨会摘要汇编. 2004:79.