

饲料中添加虾青素对斑节对虾生长和免疫指标的影响*

温为庚, 林黑着, 吴开畅, 杨其彬, 黄建华, 江世贵
(中国水产科学研究院南海水产研究所, 广东 广州 510300)

摘要: 虾青素以不同质量分数(0, 10, 20, 40, 80, 160 mg·kg⁻¹)添加到斑节对虾 *Penaeus monodon* 的饲料中投喂 30 d, 研究虾青素对斑节对虾[初始体质量(1.32 ± 0.03) g]生长、存活和免疫指标的影响。结果显示: 虾青素可提高斑节对虾的存活率, 但无明显规律性; 而增质量率和特定生长率, 实验组和对照组间差异显著 ($P < 0.05$); 就终末均质量而言, 实验组与对照组差异显著 ($P < 0.05$), 但实验组之间无显著差异 ($P > 0.05$); 虾青素可提高斑节对虾酚氧化酶(PO)的活力, 除 10 mg·kg⁻¹和 20 mg·kg⁻¹组外, 其余实验组与对照组差异显著 ($P < 0.05$), 但对碱性磷酸酶(ALP)、过氧化物酶(POD)、超氧化物歧化酶(SOD)的活力无显著影响。以增重率、特定生长率和酚氧化酶(PO)活力为参考指标, 虾青素适宜添加量为 40 ~ 80 mg·kg⁻¹。

关键词: 虾青素; 斑节对虾; 存活率; 特定生长率; 免疫指标

中图分类号: S963.16 文献标志码: A 文章编号: 0529-6579(2011)03-0144-03

Effects of Dietary with Astaxanthin on Growth and Immunological Parameters of Black Tiger Shrimp, *Penaeus monodon*.

WEN Weigeng, LIN Heizhao, WU Kaichang, YANG Qibin, HUANG Jianhua, JIANG Shigui
(South China Sea Fisheries Research Institute Chinese Academy of Fishery Sciences,
Guangzhou 510300, China)

Abstract: The astaxanthin was added to the feed of black tiger shrimp *Penaeus monodon* (initial body weight (1.32 ± 0.03) g) with different levels (0, 10, 20, 40, 80 and 160 mg·kg⁻¹) for 30 days, which aim to determine the effects of astaxanthin on growth, survival and immunological parameters. The results show that astaxanthin increased the survival rate, but did not get regularization; weight gain rate and the specific growth rate (SGR), which were significantly higher in the experimental groups than the control one ($P < 0.05$); on the final body weight gain, were significantly difference in the experimental groups than the control ($P < 0.05$), but not significantly difference between the experimental groups ($P > 0.05$); astaxanthin significantly increased the activity of phenoloxidase (PO) in the shrimp serum ($P < 0.05$) except for 10 and 20 mg·kg⁻¹ groups, but did not significantly influence the activity of peroxidase (POD), Superoxide dismutase (SOD) and alkaline phosphatas (ALP) in the shrimp serum. Based on weight gain rate, specific growth rate (SGR) and phenoloxidase (PO) capability, supplement of astaxanthin may be 40 ~ 80 mg·kg⁻¹.

Key words: astaxanthin; *Penaeus monodon*; survival; specific growth rate (SGR); immunological parameter

虾青素 (astaxanthin), 又名虾黄质、虾黄素, 色、促生长和增强免疫力的生物功能^[1-2], 在水产医药、化妆品、保健品中有广泛的用途。有着 养殖中也开展了广泛的研究^[3-4]。

* 收稿日期: 2010-04-29

基金项目: 国家高技术研究发展计划(863)资助项目(2006AA10A406); “十一五”国家科技支撑项目(2007BAD29B01-9)

作者简介: 温为庚(1963年生), 男, 副研究员, 通信作者: 江世贵; E-mail: jiangsg@21cn.com.

斑节对虾 *Penaeus monodon* 是暖水性虾类, 适温范围 15~35 °C, 个体大, 离水存活时间长, 肉味鲜美, 深受消费者的青睐, 是市场的畅销品种。早在 20 世纪 80 年代末, 就在中国广东、广西、海南等地开展养殖。目前, 斑节对虾养殖遇到生长缓慢、个体大小参差不齐、疾病频发, 等等问题。为了斑节对虾养殖业健康、持续发展, 水产科技工作者开展了深入的研究^[5]。虾青素对斑节对虾的生长和免疫力的影响尚未见报道。本文在这方面展开探讨, 为斑节对虾健康养殖提供参考。

1 材料与方 法

1.1 材料来源

虾青素是郑州荔诺生物科技有限公司生产, 含量 5% 以上。基础饲料是湛江恒兴集团生产的斑节对虾预混粉料。分别添加虾青素 (0, 10, 20, 40, 80, 160 mg·kg⁻¹), 搅拌均匀, 用挤条机制成直径 1.0 mm 的颗粒, 凉干, -20 °C 冰箱中保存备用。实验虾是自行培育的斑节对虾苗, 在室外 4×3 m² 水泥池标粗。标粗海水经沙滤, pH 8.2, 盐度 32, 温度 28~30 °C。培育密度 1 万尾/m², 水深 1 m, 投喂人工配合饲料、鱼肉, 培育到约 3 cm 体长, 备用。

1.2 饲养条件及方法

饲养用水同 1.1, 容器是 0.5 m³ 的玻璃钢桶, 底面积 0.64 m², 置于室外实验棚中, 盖遮光率为 60% 的遮阳网, 鼓风机连续充气增氧。挑选大小均匀的对虾, 每个梯度设 3 个平行, 每个平行 30 尾。吸去对虾体表水份, 电子天平 (精确度 0.01 g)

称重 (湿质量)。空胃 1 d, 每天过量投喂自制饲料 3 次: 8:00、15:00、20:00。投料后 2 h 吸底, 流水养殖, 流速 1 000 mL·min⁻¹, 饲养 30 d。

1.3 血清制备及免疫指标测定

饲养结束时, 用 1 mL 无菌注射器从对虾围心腔内抽取血样置于离心管中, 4 °C 冰箱保存, 待血液凝固后, 5 000 r·min⁻¹ 离心 10 min, 移出上清液即得血清。PO 相对活力测定用王雷等^[6]的方法。ALP、POD、SOD 的测定用试剂法, 南京建成生物工程研究所生产。

1.4 数据分析处理

$$\text{存活率} = \frac{\text{终末虾数}}{\text{初始虾数}} \times 100\%$$

$$\text{增质量率} = \frac{\text{终末均质量} - \text{初始均质量}}{\text{初始均质量}} \times 100\%$$

$$\text{湿质量特定生长率 SGR} = \frac{\ln \text{终末均质量} - \ln \text{初始均质量}}{\text{实验时间}} \times 100\%$$

数据记录用, SPSS13.0 软件处理, 进行单因素方差分析, Duncan 多重比较, 差异显著性水平 $P < 0.05$ 。

2 结 果

2.1 虾青素对生长的影响

添加不同剂量虾青素, 实验组对虾增质量率比对照组增加显著 ($P < 0.05$), 而 160 mg·kg⁻¹ 组比其它组增加量略小。在存活率方面, 除 20, 40 mg·kg⁻¹ 组外差异显著。特定生长率也有显著差异 ($P < 0.05$), 见表 1。

表 1 虾青素对斑节对虾生长的影响¹⁾

Table. 1 Effects of dietary with astaxanthin on growth of *P. monodon*

添加 w (虾青素)/(mg·kg ⁻¹)	初始体质量/g	终末体质量/g	增质量率/%	存活率/%	特定生长率 SGR/%
0	1.33 ± 0.034	2.41 ± 0.101 ^a	81.20 ± 19.7 ^a	75.00 ± 12.5 ^a	1.98 ± 0.010 ^a
10	1.30 ± 0.045	3.06 ± 0.112 ^b	133.41 ± 14.8 ^b	90.06 ± 10.4 ^b	2.85 ± 0.050 ^b
20	1.34 ± 0.031	3.07 ± 0.070 ^b	129.10 ± 12.5 ^b	79.16 ± 16.0 ^a	2.77 ± 0.057 ^b
40	1.34 ± 0.019	3.04 ± 0.110 ^b	126.86 ± 17.8 ^c	78.00 ± 18.3 ^a	2.76 ± 0.036 ^b
80	1.33 ± 0.037	3.09 ± 0.105 ^b	132.33 ± 18.3 ^c	91.66 ± 7.2 ^b	2.86 ± 0.052 ^b
160	1.31 ± 0.032	2.86 ± 0.130 ^b	118.30 ± 20.6 ^d	95.83 ± 5.0 ^b	2.60 ± 0.082 ^c

1) 同列数据中上标不同字母者之间差异显著 ($P < 0.05$)

Means with in the same list with the different superscript letter are significantly different ($P < 0.05$)

2.2 虾青素对免疫指标的影响

饲料中添加虾青素 40 mg·kg⁻¹ 以上时对斑节对虾 PO 活力影响显著 ($P < 0.05$), 80 mg·kg⁻¹ 以下

时酶活力随虾青素的增加而增加。160 mg·kg⁻¹ 时, PO 活力略有下降。对 ALP、POD、SOD 活力没有显著影响, 见表 2。

表 2 虾青素对斑节对虾免疫指标的影响¹⁾Table 2 Effects of dietary with astaxanthin on immunological parameters of *P. monodon*

添加 w (虾青素)/($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)	酚氧化酶 PO	碱性磷酸酶 ALP	过氧化物酶 POD	超氧化物歧化酶 SOD
0	3.95 ± 1.34^a	8.79 ± 2.46	58.37 ± 9.01	369.25 ± 73.82
10	5.00 ± 0.37^{ab}	7.34 ± 1.71	55.61 ± 7.77	328.45 ± 34.14
20	6.27 ± 0.70^{ab}	6.66 ± 1.16	58.45 ± 0.34	356.35 ± 30.62
40	7.13 ± 0.99^b	7.40 ± 1.58	59.02 ± 4.79	350.92 ± 42.02
80	8.80 ± 1.75^b	5.61 ± 2.32	53.74 ± 0.71	346.71 ± 69.25
160	7.84 ± 0.93^b	8.16 ± 2.04	56.27 ± 5.45	323.94 ± 4.50

1) 同列数据中上标不同字母者之间差异显著 ($P < 0.05$)

Means with in the same list with the different superscript letter are significantly different ($P < 0.05$)

3 讨 论

3.1 关于虾青素对斑节对虾生长的影响

金征宇等^[3]在罗氏沼虾 *Macrobrachium rosenbergii* 研究中发现: 虾青素能显著提高罗氏沼虾的增质量率和存活率。裴素蕊等^[4]在凡纳滨对虾 *Litopenaeus vannamei* 饲料中添加虾青素。结果发现: 虾青素可显著提高凡纳滨对虾的特定生长率, 对存活率无显著影响。在本实验中, 添加虾青素能显著提高斑节对虾的增质量率和特定生长率, 但 $160 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 组比其余组增加量稍为减小。而存活率没有明显规律性。

Petri 等^[7]在小白鼠饲料中添加虾青素, 饲养一段时间后, 小白鼠组织中虾青素含量不再升高。虾青素具有生物活性, 参与多种代谢过程, 含量应保持动态平衡。就是说, 虾青素添加过量后, 对虾会增加代谢把多余的排出体外。这会额外消耗对虾体能, 导致对虾在高添加量时生长略有下降。虾青素对斑节对虾存活率的影响有待在大规模生产中深入研究。

3.2 关于虾青素对斑节对虾免疫的影响

谢剑华等^[8]在日本沼虾 *Macrobrachium nipponensis* 研究中发现: 虾青素可显著提高日本沼虾的免疫力。在本实验中, 虾青素能显著提高斑节对虾 PO 活力。PO 活力随虾青素添加量缓慢上升, $160 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 时略有下降。对 ALP、POD 和 SOD 活力影响不显著。

PO 以酶原的形式存在于大颗粒细胞和小颗粒细胞中, 可被 β -葡聚糖、脂多糖和肽聚糖等激活。虾青素的作用可能是激活了酚氧化酶原系统。额外的代谢会消耗对虾体能, 这可能是一种胁迫, 进而导致对虾 PO 活力在高剂量时反而略有下降。杨志彪^[9]等的研究认为: 水中添加少量 Cu^{2+} , 中华绒螯蟹 *Eriocheirsinensis* ALP 先升后降。ALP 是一

种含 Zn^{2+} 酶, 可由 Cu^{2+} 激活, 但过量时会造成机体损伤, 因此 ALP 活力先升后降。虾青素可能不能激活 ALP, 因而 ALP 活力无变化, POD 和 SOD 是重要的抗氧化酶, 具有催化超氧化物阴离子自由基的歧化反应, 清除自由基, 阻止自由基引起连锁反应, 对机体起保护作用。虾青素是一种抗氧化剂, 本实验中, POD 和 SOD 活力没有变化, 可能是虾青素发挥了抗氧化作用。

参考文献:

- [1] PAN C H, CHIEN Y H, CHENG J H. Effects of light regime, algae in the water, and dietary astaxanthin on pigmentation, growth, and survival of black tiger prawn *Penaeus monodon* post-larvae [J]. Zoological Studies, 2001, 40:371-382.
- [2] 蔡明刚, 王杉霖, 李文权, 等. 天然虾青素在水产养殖业中的应用研究进展 [J]. 台湾海峡, 2003, 22(3): 377-385.
- [3] 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, 20(10):29-31.
- [4] 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.
- [5] 刘栋辉, 阳会军, 刘永坚. β -葡聚糖和维生素 C 对斑节对虾生长和抗病力的效果 [J]. 中山大学学报: 自然科学版, 2002, 41(4):59-62.
- [6] 王雷, 李光友, 毛远兴. 口服免疫药物后中国对虾某些血淋巴因子的测定及方法研究 [J]. 海洋与湖沼, 1995, 26(1):34-41.
- [7] PETRI D, LUNDEBYE A K. Tissue distribution of astaxanthin in rats following exposure to graded levels in the feed [J]. Comp Biochem Physiol, 2007, (145):202-209.
- [8] 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, 169(1):8-11.
- [9] 杨志彪, 赵云龙, 周忠良, 等. 水体铜对中华绒螯蟹 (*Eriocheirsinensis*) 代谢酶活力的影响 [J]. 海洋与湖沼, 2006, 37(02):118-124.