

文章编号:1005-8737(2001)02-0059-04

螺旋藻对中华绒螯蟹生长和体色的影响

张饮江,何培民,何文辉

(上海水产大学,上海 200090)

摘 要:以螺旋藻饵料喂养中华绒螯蟹(*Eriocheir sinensis*)试验,结果表明,螺旋藻能促进幼蟹的生长和加深成蟹的体色;在相同水温及投饵量(投喂量占体重的百分比)等条件下,随螺旋藻干粉投喂量的增加,幼蟹体重增加,成蟹体色加深。以投喂含螺旋藻6%的饵料为最合适。

关键词:中华绒螯蟹;饲料;螺旋藻; β -胡萝卜素;生长;体色

中图分类号:S966.163.2

文献标识码:A

很多学者研究证实^[1~5],螺旋藻能增加鱼体光泽,加深斑节对虾的体色,促进对虾生长^[6]。何培民等^[7]用螺旋藻饵料喂养锦鲤,使锦鲤体色更加鲜艳,并加速其生长。以螺旋藻配合饵料投喂中华绒螯蟹(*Eriocheir sinensis*)蟹苗,存活率可提高25.2%,变态提早1~2 d^[8],螺旋藻作为蚤状幼体的良好饵料,保证了蚤状幼体的植物性蛋白质的摄入。到目前为止,我国有关螺旋藻对中华绒螯蟹生长和体色的影响研究还未见报道。本文用螺旋藻添加到幼蟹饵料中,研究螺旋藻对中华绒螯蟹的生长和体色的影响。

1 材料和方法

1.1 材料

1.1.1 中华绒螯蟹 幼蟹由上海水产大学南汇养殖场提供,规格约1 g。成蟹由图们路菜市场购买,规格约90 g。幼蟹和成蟹四肢健全,活力良好。

1.1.2 螺旋藻 螺旋藻干粉由上海强生微藻发展公司提供。

1.1.3 幼蟹饵料 由大江公司提供。

1.1.4 β -胡萝卜素 由德国 MERCK 公司提供。

1.2 螺旋藻饵料制作

将螺旋藻干粉和 β -胡萝卜素按试验组要求分别添加到幼蟹饵料中,加适量水搅拌,然后放入手动制粒机,制成直径3 mm的幼蟹饵料和直径5 mm的成蟹饵料,烘干后,制成直径约1 cm小颗粒。装袋置于通风处。

1.3 实验方法

幼蟹和成蟹养殖各设5个饵料组,即螺旋藻质量分数分别为0、0.02、0.06和0.10 4个螺旋藻干粉饵料组和1个含 β -胡萝卜素0.000 1的 β -胡萝卜素组。幼蟹每组14只,成蟹每组5只。玻璃水族箱40 cm×80 cm×35 cm,水深25 cm左右,用恒温加热器控温18~22℃。瓦片做蟹巢。每天傍晚6:00~7:00投喂,投喂量成蟹为体重的1%,幼蟹为体重的2%~3%,隔一段时间称蟹重并调整投喂量。每天早晚换水1次,每次换水量约为2/5,并及时吸取污物及残饵。

1.3.1 β -胡萝卜素的测定

(1)测定方法 采用层析法^[9],称取0.5 g螺旋藻干粉。加0.5 g无水 Na_2SO_4 和 MgCO_3 ,在研钵中充分研磨,倒入吸附柱。吸附柱为直径25 mm的色层分析柱。加入10 g经研磨的草酸钠与滑石粉混合物,然后压紧粉末,将研磨的螺旋藻倒入,用棉花塞住,用汽油洗涤研钵后倒入吸附柱,并以汽油作提取液,以2 ml/min左右的速度抽吸,一直到下层橙黄色胡萝卜素带完全被浸提为止,然后在波长450

收稿日期:2000-06-20

作者简介:张饮江(1961-),男,上海水产大学工程师,从事水产养殖生态生理研究。

nm 处测定胡萝卜素液的光密度值(OD),并根据 β -胡萝卜素标准曲线计算出 β -胡萝卜素质量分数,每个样品重复测定 3 次。

(2)计算方法 为了测量饵料中的螺旋藻与 β -胡萝卜素质量分数的关系,对不同饵料组的 β -胡萝卜素质量分数进行测定,按公式 $X = A \times C/N$ 求得螺旋藻饵料中 β -胡萝卜素质量分数。式中:

X - 样品胡萝卜素质量分数/ $(\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1})$; C - 分析液中胡萝卜素质量浓度/ $(\mu\text{g} \cdot \text{ml}^{-1})$; A - 胡萝卜素分析液体积/ml; N - 分析样品重量/g。

1.3.2 中华绒螯蟹甲壳虾青素和红色素的测定

(1)甲壳虾青素 取成蟹 2 只,水煮 20 min,剪

碎,于研钵中与 0.04 g Na_2SO_4 充分研磨,倒入烧杯中,加适量丙酮抽提 10 min,取抽提液定量 5 ml,立即测定 OD 值。T22 型分光光度计,波长 450 nm。

(2)甲壳红色素 方法见何培民等^[7]。取成蟹 2 只,水煮 20 min,取背壳 0.1 g,剪碎,步骤同(1),但测定波长为 480 nm。

2 结果与分析

2.1 螺旋藻对幼蟹生长的影响

在相同水温($18 \sim 22^\circ\text{C}$)、光照($800 \sim 1\,000\text{ lx}$)和投喂量(占体重的 1% 左右)条件下,经 45 d 养殖和日常管理,各组幼蟹的体重增加有较大差异,见表 1。

表 1 螺旋藻饵料对幼蟹生长的影响

Table 1 Effect of the *Spirulina* feed on growth of *E. sinensis* juveniles

螺旋藻 质量分数 <i>Spirulina</i> content	初始体重/g Initial body weight						喂养 45 d 后体重/g Body weight after 45 d feeding						平均增重量/g Average body weight
	个体重 Individual			平均值 Average			个体重 Individual			平均值 Average			
0	1.30	0.86	0.82	0.75	0.40		0.75	1.05	1.20	0.78	1.45		0.40
	0.65	0.76	1.03	0.45	0.65	0.758±0.247	1.79	1.03	1.30	1.26	1.15	1.167±0.283	
	0.48	0.61	0.86	1.00			1.41	1.10	0.82	1.25			
0.02	0.57	1.06	0.85	1.07	1.12		1.73	1.78	2.32	1.36	1.54		0.59
	1.60	1.20	0.79	0.97	1.00	0.947±0.274	1.57	1.71	1.20	1.69	1.42	1.543±0.306	
	0.62	1.04	0.70	0.67			1.56	1.25	1.15	1.28			
0.06	1.17	1.00	1.18	0.62	1.07		1.19	2.01	1.48	1.82	1.83		0.82
	1.20	0.88	1.00	1.34	0.94	0.992±0.246	2.14	1.73	2.21	1.70	2.11	1.805±0.305	
	1.04	1.24	0.47	0.75			1.75	2.15	1.77	1.38			
0.10	0.66	0.60	1.29	0.53	1.28		1.90	1.73	1.41	1.67	2.16		0.86
	1.21	1.63	0.95	1.30	1.25	0.994±0.341	2.03	1.72	1.99	2.51	2.29	1.847±0.373	
	0.90	0.88	0.92	0.52			1.28	2.24	1.50	1.43			
β-胡萝卜素 β-carotene	0.87	0.59	1.24	0.89	1.22		2.25	2.21	1.82	1.89	1.86		0.84
	1.08	1.01	0.75	0.82	1.03	1.011±0.212	1.66	1.57	1.89	1.85	2.04	1.852±0.254	
	1.00	1.07	1.25	1.34			1.68	2.16	1.35	1.70			

由表 1 可见,投喂螺旋藻饵料后,各组幼蟹体重增加量不同,从对照组到 0.06 螺旋藻组呈上升趋势,而含螺旋藻 0.06、0.10 组及 β -胡萝卜素组之间差异不大,说明在一定范围内,随着螺旋藻质量分数的增加,幼蟹的生长加快,当螺旋藻质量分数达到一定量时,幼蟹生长不再增加。加入 β -胡萝卜素同样可以起到促进幼蟹生长效果。结果表明,投喂含螺旋藻 0.06 的饵料比较合理。

2.2 螺旋藻对成蟹体色的影响

2.2.1 饵料中 β -胡萝卜素质量分数 结果见表 2,由表 2 可知,用螺旋藻干粉及 β -胡萝卜素制作颗粒饵料过程中, β -胡萝卜素损失很小。

2.2.2 成蟹体色比较 经 75 d 喂养,成蟹各组体色有显著差异,添加螺旋藻干粉及 β -胡萝卜素的饵料均比对照组体色深。成蟹煮 20 min 后,亦有相同的结果,水煮后蟹甲壳呈现红色。

表 2 螺旋藻饵料中 β -胡萝卜素质量分数
Table 2 Content of β -carotene in *Spirulina* and feed

β -胡萝卜素 β -carotene	实验组 Group			
	螺旋藻干粉 Powder of <i>Spirulina</i>	幼蟹饵料 Larval carb feed	10%组 10% <i>Spirulina</i> feed	β -胡萝卜素组 β -carotene
质量分数/ ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)	496	3.00	53.8	103.50
Content	508	4.04	52.5	103.60
	526	3.08	56.2	103.60
平均值/($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) Average	510	3.60	54.2	103.58

2.2.3 成蟹甲壳虾青素比较 光密度测定结果见表 3。

表 3 成蟹虾青素与红色素光密度

Table 3 OD value of astaxanthin and red pigment in *Eriocheir sinensis* adults

项目 Item	实验组 Group				
	0	0.02	0.06	0.10	β -胡萝卜素 β -carotene
虾青素 Astaxanthin	0.040	0.065	0.083	0.085	0.083
	0.042	0.060	0.087	0.084	0.088
红色素 Red pigment	0.099	0.165	0.197	0.211	0.206
	0.111	0.158	0.215	0.204	0.213

由表 3 可知,在对照组与螺旋藻 0.06 组之间,随螺旋藻质量分数的增加,成蟹甲壳虾青素的 OD 值也随之增高。螺旋藻 0.06 组、0.10 组及 β -胡萝卜素组之间的 OD 值相差甚微。方差分析及 F 检验结果显示, $F(\alpha=0.01)=11.4<50.6826$,说明各组虾青素丙酮抽提液 OD 值差异显著。

2.2.4 成蟹甲壳红色素比较 光密度测定结果见表 3。由表 3 可知,随螺旋藻质量分数增加,红色素也随之增加,其 OD 值也随之增高,到含螺旋藻达 0.06% 后,各组的丙酮抽提液 OD 值相差很小,即红色素质量分数相差甚小。方差分析和 F 检验结果显示 $F(\alpha=0.01)=11.4<66.1512$,说明各组红色素丙酮抽提液 OD 值差异显著。

3 讨论

3.1 螺旋藻对促中华绒螯蟹生长和加深体色的作用

本实验证实,在一定范围内,中华绒螯蟹的体重随饵料中螺旋藻含量的增加而增加,用质量分数 0.06~0.10 螺旋藻饵料喂养中华绒螯蟹体重增加量比对照组提高 1 倍。这与周爱堂^[2]以螺旋藻喂养鳊、鲤及何培民等^[7]喂养锦鲤试验结果相一致。

从表 3 可以看出,用不同含量螺旋藻饵料喂养成蟹 75 d 后,中华绒螯蟹甲壳虾青素和红色素丙酮抽提液的 OD 值随螺旋藻含量增加而提高,当含螺旋藻质量分数为 0.06~0.10 时,中华绒螯蟹甲壳虾青素和红色素丙酮抽提液的 OD 值是对照组的近 2 倍左右。表明螺旋藻可以加深中华绒螯蟹体色,这与 Liao Wen-liang^[6]报道的螺旋藻可以促使斑节对虾体色加深结果相类似,他认为在饵料中添加质量分数 0.03~0.04 螺旋藻即可达到最佳效果。本实验在饵料中添加 0.06 螺旋藻使中华绒螯蟹体色增加达到最大值。另外, Venkataraman^[10]曾认为当饵料中螺旋藻质量分数为 0.05 时具有较高的转化效率。从本实验结果也可看出,当饵料中含螺旋藻超过 0.06 时,幼蟹体重增加量不再提高。

3.2 β -胡萝卜素对增加体重的作用

在研究螺旋藻饵料对成蟹体色的影响实验中,0、0.02、0.06、0.10 螺旋藻饵料组及 β -胡萝卜素组的胡萝卜素质量比分别是 3.6、14.0、36.0、54.0、104.0 $\mu\text{g/g}$,各组的虾青素和红色素的 OD 值在一定范围内均随 β -胡萝卜素含量增加而增加。当 1 g 饵料中 β -胡萝卜素含达 3.6 μg 以上时,体色不再增加。说明在一定范围内, β -胡萝卜素能增强中华绒螯蟹体色。所以,在中华绒螯蟹养殖中投喂螺旋藻饵料能促使中华绒螯蟹甲壳增色,尤其是上市前 2 个月投喂螺旋藻饵料效果更佳。Goodwin^[11]曾认为虾青素在日本对虾体内代谢有两种途径,即 β -胡萝卜素 $\rightarrow$ 虾青素;另一途径则是:玉米黄质 $\rightarrow$ 虾青素。Liao Wen-liang^[6]报道,类胡萝卜素中的玉米黄质对增强虾体色更为主要。可能是因为 β -胡萝卜素氧化途径长,效果不如玉米黄质的缘故。本试验仅测定了 β -胡萝卜素对中华绒螯蟹体色的增色效果。有关中华绒螯蟹着色是由何种色素起主要作用还需进一步研究。

3.3 关于体色评价标准

一般用照片来说明和评估水产动物的体色, 这种评估方法有一定的局限性, 不能建立在统一的评价标准。何培民等^[7]曾用丙酮抽提液测 OD 值法, 能较客观地评价锦鲤体色。本实验在此基础上, 进一步尝试用虾青素及红色素丙酮抽提液的 OD 值测定方法来进行客观评价。从实验结果看, 这种方法能较好地客观显示中华绒螯蟹体色深浅程度。

致谢: 上海水产大学渔业学院 98 届学生程斌华和孔祥谦为本实验做了大量工作, 谨此表示感谢。

参考文献:

- [1] 张义明, 陈 峰, 等. 混合营养培养中光照强度及有机碳源对 *Spirulina platensis* 生长的影响[J]. 贵州工学院学报, 1996, 25 (4): 82-89.
- [2] 周爱堂. 钝顶螺旋藻在水产养殖中应用的初步研究[J]. 淡水渔业, 1987, (2): 5-6.
- [3] 何培民, 王素娟, 马家海. 螺旋藻在我国水产养殖业应用与研究现状、前景及对策[J]. 上海水产大学学报, 1998, (2): 149-154.
- [4] 吴琴瑟. 螺旋藻在水产养殖中的应用[J]. 湛江水产学院学报, 1994, 14(2): 76-80.
- [5] 李定梅. 螺旋藻[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1995.
- [6] LIAO Wen-liang, Nur-E-Borhan S A, Okada S, et al. Pigmentation of cultured black tiger prawn by feeding with a spirulina-supplemented diet[J]. Nippon suisan Gakkaishi, 1993, 59 (1): 165-169.
- [7] 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.
- [8] 陈婉华, 温永煌, 谢应先. 螺旋藻配合饵料对中华绒螯蟹种苗的试验初报[J]. 饵料研究, 1990, (2): 24.
- [9] 荆家海, 丁钟荣. 植物生物化学分析方法[M]. 北京: 科学出版社, 1981. 237-240.
- [10] Venkataraman L V. *Spirulina* in India. Proc. Natl. sem. 'Cyanobacterial Research-India-Scene' NFMCC, BARD, Tiruchirappalli[J]. 1993.
- [11] Goodwin T W. The biochemistry of the carotenoids [M]. London: Chapman and Hall, 1985. 64-96.

Effects of *Spirulina* on growth and body color of *Eriocheir sinensis*

ZHANG Yin-jiang, HE Pei-min, HE Wen-hui
(Shanghai Fisheries University, Shanghai 200090, China)

Abstract: *Eriocheir sinensis* adults and larvae were fed *Spirulina*-containing feed, in which the contents of *Spirulina* were 0, 0.02, 0.06 and 0.10, respectively. In another group designed the crabs were fed with feed containing β -carotene 0.000 1. After 45 days culture under the same conditions of water temperature (18~22℃), light density(800~1 000 lx) and feeding amount (1% body weight), the results showed that the body weight of larval crab grew increasingly with the *Spirulina* content from 0 to 0.06, but there was no significant difference in body weight increment between the groups of β -carotene, *Spirulina* 0.06 and 0.1. After 75 days culture under the same conditions above, the OD values of astaxanthin and red pigment of acetone-abstracted solution from adult crab went up with the *Spirulina* content from 0 to 0.06, but there was no significant difference between the groups of β -carotene 0.000 1, *Spirulina* 0.06 and 0.10. So the optimum *Spirulina* content should be 0.06 in feed.

Key words: *Eriocheir sinensis*; feed; *Spirulina*; β -carotene; growth; body color