

人工调节卤虫体内 n-3HUFA 含量 对黑鲷稚鱼生长、存活的影响

刘镜恪

(中国科学院海洋研究所)

海水仔稚鱼营养的研究,国外已有相当数量的报道,特别是脂类中 n-3 高度不饱和脂肪酸(n-3HUFA)的研究,已取得显著的成果(Izquierdo et al., 1989 a; Izquierdo et al., 1989 b; Watanabe et al., 1994)。但迄今为止,我国鱼类营养的研究基本集中于幼鱼和成鱼阶段,仔稚鱼阶段还未见报道。目前,我国养殖的名贵海鱼,如真鲷(*Pagrosomus major*)、黑鲷(*Sparus macrocephalus*)、牙鲆(*Paralichthys olivaceus*)等的生产性育苗,因在仔稚鱼阶段大量死亡,成活率一般低于 30%,某些营养要素的缺乏或不足是导致仔稚鱼大量死亡的一个重要原因。为加快我国海鱼养殖的发展,保证生产所需的优质种苗的供给,开展仔稚鱼营养的研究已成为我国鱼类营养研究工作者的一项极为紧迫的任务。

近年来,国外研究证实 n-3HUFA 是海水仔稚鱼的必需脂肪酸,其中以二十二碳六烯酸(DHA)和二十碳五烯酸(EPA)最为重要(Watanabe et al., 1989a; Watanabe et al., 1989b)。由于轮虫、卤虫等活饵料中 DHA 和 EPA 的含量很低,远不能满足海水仔稚鱼的需要,因而,有关学者通过选用优质单胞藻、制作油脂酵母、投喂富含 n-3HUFA 的人工微型饵料等方法强化活饵料。Watanabe 等(1983)最早将富含 n-3HUFA 的鱼肝油等制成乳化油,直接加入培养活饵料的海水介质中,当富集于活饵料体内的 n-3HUFA 达到最大值时,将活饵料作为活的营养载体投喂给仔稚鱼,即可将外源 n-3HUFA 转移至仔稚鱼体内。该方法简便、实用,现已被推广(Izquierdo et al., 1989b)。

本研究采用乳化油直接添加法,人工调节卤虫体内 n-3HUFA 含量,探讨 n-3HUFA 对黑鲷稚鱼生长、存活的影响。

一、材料与方 法

分别用四种含量不等的 n-3HUFA 乳化油强化卤虫培育四组黑鲷稚鱼,各自历时 15 天。

(1) 四组不同乳化油的制备:第一组为 100mL 鲱鱼油、300mL 豆油、600mL 水,第二

* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第 2762 号。
本课题为国家自然科学基金资助项目,39470562 号。
收稿日期:1995 年 10 月 30 日。

组为 250mL 鳕鱼油、150mL 豆油、600mL 水,第三组为 400mL 鳕鱼油、600mL 水,第四组为 300mL 鳕鱼油、100mL 乙酯化油、600mL 水,分别添加乳化剂在乳化器内制成乳化油。鳕鱼油中 n-3HUFA 在脂类中的含量约为 30%,乙酯化油中 n-3HUFA 在脂类中的含量约为 70%。

(2) 四组卤虫的强化:在容积均为 5L 的四个玻璃三角瓶内分别加入过滤海水 4L,将美国卤虫卵孵化的卤虫分别置于四个三角瓶内,卤虫在三角瓶内水体的密度均为 15 个/mL,乳化油添加量均为每升水体 2.5mL,即相当于脂类添加量均为每升水体 1mL。强化后 6 小时,将四组强化卤虫过滤冲洗后分别投喂给四组稚鱼,每日两次,强化卤虫在稚鱼缸水体中的密度约为 5 个/mL。

(3) 四组稚鱼的培育:黑鲷稚鱼取自中国科学院海洋研究所青岛石老人养殖基地。在本所生物培育楼暂养数日后分为四组,每组 2 缸,鱼缸为圆柱形陶瓷缸,容积为 12L,每缸加入过滤海水 10L,各放置稚鱼 100 尾。试验开始于 1995 年 6 月 14 日,结束于同年 6 月 28 日,历时 15 天。试验期间,水温为 21.5—23℃,海水 pH 为 8.2—8.3,每日清除缸底污物并换水约 5L。

二、结 果

历时 15 天的试验结束后,测量四组试验稚鱼的全长,并计算成活率,结果列于表 1。

表 1 四组试验稚鱼的全长及成活率*

试验组	1		2		3		4	
试验缸	1A	1B	2A	2B	3A	3B	4A	4B
初始仔鱼(尾)	100	100	100	100	100	100	100	100
初始全长(cm)	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
结束全长(cm)	1.20	1.62	1.30	1.75	1.40	2.15	1.40	1.92
平均全长(cm)	1.41		1.53		1.78		1.66	
成活率(%)	83	89	85	91	87	95	84	86
平均成活率(%)	86		88		91		85	

* 四个试验组中,A 缸与 B 缸试验结果的差异估计是光照强度引起的。

取四组强化卤虫和四组稚鱼样品,由中国科学院海洋研究所中心实验室采用气相色谱法测定各样品中 n-3HUFA 的相对含量,(即样品中 n-3HUFA 占样品中总脂肪酸的百分比)。结果列于表 2。

表 2 n-3HUFA,DHA,EPA 在卤虫和稚鱼体内的相对含量(% ,湿重计)

样品名称	强化卤虫				稚 鱼			
试验组	1	2	3	4	1	2	3	4
n-3HUFA	31.978	32.956	35.270	36.192	21.327	24.923	26.604	23.907
DHA	0.799	1.743	2.610	2.655	1.727	3.474	4.754	3.565
EPA	3.380	3.898	4.598	4.547	11.270	10.000	10.548	10.236

6月21日,我们测量第三组稚鱼的全长,分5次进行,每次分别测定了该组水体中投喂强化卤虫的密度,及经过12小时后再次投喂强化卤虫前的卤虫密度,以计算平均每尾稚鱼每日摄食卤虫的个数及平均每尾稚鱼 n-3HUFA 的日摄取量,以及 DHA 和 EPA 的日摄取量,结果如下:

稚鱼全长(cm):1.6,1.3,1.4,1.3,1.4。

稚鱼平均全长(cm):1.4。

投喂强化卤虫后的卤虫密度(个/mL):6,7,4,5,3。

投喂强化卤虫密度平均值(个/mL):5。

投喂强化卤虫后12小时卤虫密度(个/mL):2,4,3,3,3。

投喂强化卤虫后12小时卤虫密度平均值(个/mL):3。

平均每尾稚鱼每日摄取卤虫的个数: $(5 \text{ 个/mL} - 3 \text{ 个/mL}) \times 10,000 \text{ mL} \times 2 \div 95 \text{ 尾} = 421 \text{ 个/尾}$ 。

经中国科学院海洋研究所中心实验室测定,第三组强化卤虫体内 n-3HUFA 的绝对含量为 4.273%(湿重计);其中 DHA 和 EPA 含量为 0.873%(湿重计)。当一个卤虫湿重约为 0.02mg 时,则平均全长为 1.4cm 的黑鲷稚鱼每天 n-3HUFA 的摄入量为 $0.02 \text{ mg} \times 421 \times 4.273\% = 0.360 \text{ mg}$;每天 DHA 和 EPA 的摄入量为 $0.02 \text{ mg} \times 421 \times 0.873\% \approx 0.07 \text{ mg}$ 。研究结果还表明,当卤虫体内 n-3HUFA 的含量大于 4.273%(卤虫湿重计)或 DHA 或 EPA 含量大于 0.873%(卤虫湿重计)时,则平均全长为 1.4cm 的黑鲷稚鱼达到最佳生长时期。

三、讨 论

经过15天的培育试验,从表1可以看出,第三组稚鱼的平均全长为1.78cm,成活率为91%,是四组中最好的。第三组强化卤虫的化学分析结果表明,卤虫体内 n-3HUFA 的含量为 4.273%(湿重计),DHA 和 EPA 含量为 0.873%(湿重计),说明黑鲷稚鱼若要达到最佳生长和成活率,则卤虫体内 n-3HUFA 的含量应大于或等于 4.273%(湿重计),DHA 和 EPA 的含量应大于或等于 0.873%(湿重计)。

从表2可以看出,第三组稚鱼体内 n-3HUFA 的相对含量为 26.604%,DHA 的相对含量为 4.754%,EPA 的相对含量为 10.548%,是四组中最好的。尽管第四组乳化油中加入了部分乙酯化油,从而使第四组强化卤虫的 n-3HUFA 含量高于第三组强化卤虫,但第四组稚鱼体内 n-3HUFA, DHA 和 EPA 的相对含量均低于第三组,说明甘油三酯形式的脂类与乙酯化的脂类相比,黑鲷稚鱼对前者更容易消化吸收。Izquierdo 等(1989a)的研究结果还表明,用 n-3HUFA 含量为 8.5%的甲酯化的脂类强化的轮虫,尽管其体内 n-3HUFA 含量很高,但真鲷仔鱼的生长、成活率和活力均不好。因此,乳化油的制备,我们倾向采用物理方法将鱼油浓缩,保持其甘油三酯的化学结构,而不采用甲醇、乙醇等化学试剂而改变天然鱼油的化学结构。

从表2还可以看出,四组卤虫体内的 n-3HUFA, DHA 和 EPA 的含量基本上随四种乳化油中 n-3HUFA, DHA 和 EPA 含量的增加而增加。四组卤虫的化学分析结果证实,

四组卤虫体内均含有大量的亚麻酸(18:3n-3)。四组卤虫体内 EPA 含量明显高于 DHA 的含量,这与四组乳化油中 DHA 含量高于 EPA 含量的状况恰恰相反,产生这种结果的原因,尚需进一步深入研究。

Watanabe 等(1989a)指出,在海水仔稚鱼体中,DHA 和 EPA 不能互相转化,这两种必需脂肪酸的生理作用是不同的。一些学者推测,生物膜磷脂中的 DHA 和 EPA 应有一定的比例关系,不平衡的比例关系,特别是过高的 EPA 含量和过低的 DHA 含量会导致海水仔稚鱼活力下降及死亡率增高。因此,在探明黑鲷稚鱼为达到最佳生长和成活率所需的卤虫体内 n-3HUFA 最适含量的基础上,进一步探明卤虫体内 DHA 的最适含量是十分必要的。

参 考 文 献

- Izquierdo, M. S., et al., 1989a, Requirement of larval red seabream for essential fatty acids, *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.*, **55**(5):859-867.
- Izquierdo, M. S., et al., 1989b, Optimal EFA level in *Artemia* to meet the EFA requirements of red sea bream. In: M. Takeda and T. Watanabe (Editors), Current Status of Fish Nutrition in Aquaculture. Proceedings, Third International Symposium on Feeding and Nutrition in Fish, Toba, Japan, 221-232.
- Watanabe, T. et al., 1983, Improvement of dietary value of live foods for fish larvae by feeding them on n-3 highly unsaturated fatty acids and fat soluble vitamins, *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.*, **49**(3):471-479.
- Watanabe, T., et al., 1989a, Comparison between eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids in terms of essential fatty acid efficacy in larval red sea bream, *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.*, **55**(9):1633-1640.
- Watanabe, T. et al., 1989b, Comparison between eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids in terms of essential fatty acid efficiency in juvenile striped jack, *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.*, **55**:1983-1995.
- Watanabe, T. et al., 1994, Prospects in larval fish dietetics, *Aquaculture*, **124**:223-251.

**THE EFFECT OF THE ARTIFICIAL REGULATION OF n-3HUFA
CONTENTS IN ARTEMIA ON GROWTH AND SURVIVAL IN
BLACK SEABREAM LARVAE***

Liu Jingke

(Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences)

ABSTRACT

The requirement for dietary n-3HUFA for growth and survival in black sea bream (*Sparus macrocephalus*) larvae was tested using *Artemia* with various levels of n-3 HUFA. Four treatments for *Artemia* differing in the relative content of their n-3 HUFA (32.0, 33.0, 35.1, 36.2mg/100mg TFA) were prepared by feeding them various oil emulsions.

The results indicated that dietary n-3HUFA significantly influence fish n-3HUFA levels and are necessary for good growth and survival in black sea bream larvae. The optimal value of n-3 HUFA level in *Artemia* should be $\geq 4.273\%$ (wet weight) for the best growth and survival in black sea bream.

* Contribution No. 2767 from the Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences.