

# 海水仔稚鱼营养研究动态

## PROGRESS IN NUTRITION RESEARCH FOR MARINE FISH LARVAE

刘镜恪<sup>1</sup> 雷霖霖<sup>2</sup> 宫怀孔<sup>3</sup>

(<sup>1</sup> 中国科学院海洋研究所 青岛 266071)

(<sup>2</sup> 中国水产科学研究院黄海水产研究所 青岛 266071)

(<sup>3</sup> 青岛海洋渔业公司 266011)

海水仔稚鱼营养研究,国外已有相当数量的报道,特别是在 n-3 高度不饱和脂肪酸(n-3 HUFA)方面的研究,取得了显著的进展。但迄今,我国鱼类营养研究,基本集中于幼鱼和成鱼阶段,仔稚鱼阶段的营养研究,尚未见报道。

目前,我国养殖的名贵海鱼,如真鲷(*Pag rosomus major*)、黑鲷(*Sparus macrocephalus*)、牙鲆(*Paralichthys olivaceus*)等,在生产性育苗中,因仔稚鱼阶段的大量死亡,成活率一般低于 30%,从早期仔鱼开始吸收自身卵黄内源营养转变为摄取轮虫、卤虫等外源营养后,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。为了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,尽快开展仔稚鱼营养研究,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-3 高度不饱和脂肪酸是海鱼体内的必需脂肪酸<sup>[4,9,10,27]</sup>,海鱼自身不能合成这些

必需脂肪酸,只能从饵料中摄取,所以饵料中 n-3 高度不饱和和胆肪酸直接影响到海水仔稚鱼的生长和存活。在这些 n-3 高度不饱和和脂肪酸中,以二十二碳六烯酸(DHA)和二十碳五烯酸(EPA)尤为重要<sup>[26,32]</sup>。Dendrinol<sup>[6]</sup>的分析表明,多佛鲷(*Solea solea*)卵黄含有大量二十二碳六烯酸,但轮虫和卤虫中含量极低,所以必需对活饵料进行营养强化,方可达到海水仔稚鱼生长良好的目的。实验证明:分别给金鲷(*Sparus aurata*)仔鱼投喂 n-3 高度不饱和脂肪酸含量为 8.4mg/g(轮虫干重计,下同)的强化轮虫和只含 0.8mg/g n-3 高度不饱和脂肪酸的轮虫,经 22d 的培养,其生长速度,前者为后者的 4 倍(1263% : 312%)<sup>[16]</sup>。分别给麒麟鳅(*Coryphaena hippurus*)仔鱼投喂 n-3 高度不饱和脂肪酸强化的轮虫和藻粉培养

收稿日期:1995 年 3 月 10 日

的轮虫,仔鱼的成活率前者为68%,后者仅30%<sup>[19]</sup>。因而,有关学者通过选用优质单胞藻<sup>[8,25]</sup>、制作油脂酵母<sup>[12,13]</sup>、投喂富含n-3高度不饱和脂肪酸的人工微型饵料<sup>[7,28]</sup>强化轮虫,然后将已强化的轮虫投喂给海水仔稚鱼即可显著提高其生长速度和成活率。Watanabe<sup>[5]</sup>最早将富含n-3高度不饱和脂肪酸的鱼肝油等制成乳化油,直接加入培养轮虫的海水介质中,极易为轮虫接受,强化后约12h,当富集于轮虫体内的n-3高度不饱和脂肪酸达到最大值时,再将轮虫作为活的营养载体投喂给仔鱼,即可达到外源鱼油转移至鱼体内之目的。该方法简便、实用,现已普遍推广应用<sup>[15,16]</sup>。当仔稚鱼发育到摄食卤虫阶段,也有对卤虫进行营养强化的问题<sup>[17,30]</sup>。实验证明,在提高育苗成活率方面,卤虫阶段的营养强化甚至比轮虫阶段更为重要<sup>[24]</sup>。以色列学者和日本学者分别研究了金鲷(*Sparus aurata*)和真鲷(*Pagrosomus major*)仔鱼活饵料中n-3高度不饱和脂肪酸的最适含量,结果表明:当轮虫体内n-3高度不饱和脂肪酸含量分别为5.1mg/g和5.0mg/g时,金鲷仔鱼和真鲷仔鱼达到最佳生长水平<sup>[16,10]</sup>。Izquierdo等人的研究结果还表明:用n-3高度不饱和脂肪酸含量为85%的甲酯混合物强化的轮虫,尽管轮虫体内n-3高度不饱和脂肪酸含量很高,但真鲷仔鱼的生长、成活率、活力均不好,说明甲酯强化的效果不如甘油酯。乙酯强化的效果如何?尚待进一步试验。

综上所述,n-3高度不饱和脂肪酸对海水仔稚鱼的生长、存活无疑起着极为重要的作用,但这并不是唯一的制约因子,限制性必需氨基酸、主要维生素等也极可能是提高仔稚鱼生长和成活率的重要制约因子。幼鱼营养的大量研究证实,限制性必需氨基酸<sup>[5,11,14,20]</sup>、主要维生素<sup>[1,2,21,23]</sup>对幼鱼生长均有重要作用,但这两类营养要素对仔稚鱼生长、存活的影响,则国内外所见报道甚少。

比较生物学和同位素C<sup>14</sup>标记法均证实,鱼类需要10种必需氨基酸,并以恰当的配比在体内合成蛋白质。按照必需氨基酸平衡理论,以鱼卵和仔稚鱼的必需氨基酸配比为依据,指导其饲料中必需氨基酸配比是行之有效的。以大麻哈鱼(*Oncorhynchus* sp.)鱼卵氨基酸配比为依据研制的饲料,养殖效果优于美国国家研究委员会推荐的饲料<sup>[18]</sup>。因此,分别分析鱼卵、轮虫、卤虫的必需氨基酸配比,并以前者为参考依据,分别确定仔稚鱼在不同摄食阶段的限制性必需氨基酸种类,人工调节饵料中限制性必需氨基酸的含量,使必需氨基酸达到平衡,将有益于仔稚鱼充分合成生长所需的蛋白质,提高其生长及成活率。

1995年第5期

维生素C的重要作用已引起许多学者的极大关注。它也是鱼类自身不能合成的必需营养要素,在胶原蛋白的形成中,作为酶的辅助因子,参与氨基酸的羟化作用,促进骨骼和皮肤的形成。维生素的吸收直接影响鱼类伤口的愈合速度,在解除有机污染物毒性方面也有明显效果。鱼类缺乏维生素C,会导致生长缓慢、脊椎骨畸形、骨骼的胶原蛋白含量降低、免疫功能下降。维生素C在虹鳟(*Salmo gairdneri*)鱼卵中的含量很高<sup>[8]</sup>,由此说明仔稚鱼生长、存活需要维生素C含量丰富的饵料。不同形式的维生素C中,以添加L-抗坏血酸(Vc<sub>1</sub>)最理想<sup>[21]</sup>。Soliman<sup>[22]</sup>以不含维生素C的饲料饲养罗非鱼(*Olochromis mossambicus*),21周后,其受精卵孵化率低,畸形仔鱼高达56.9%;给这些仔鱼继续投喂不含维生素C的微型饵料,5周后,成活率仅1.82%。因此,分别分析各种鱼卵、轮虫、卤虫的维生素C含量,并以前者为参考依据,人工调节饵料中维生素C的含量,探讨其对海水仔稚鱼生长、存活的影响是十分必要的。日本学者<sup>[31]</sup>采用乳化油直接添加法,用维生素A和维生素E强化轮虫,结果证实,轮虫能够直接吸收这两种脂溶性维生素。轮虫体内维生素A的含量随乳化油中维生素A含量的增加而增大。强化后6~12h,轮虫体内的维生素A含量达到最大值,这与轮虫富集n-3高度不饱和脂肪酸的时效恰好一致,但12h后,轮虫体内维生素A的含量则逐渐减少。另外还证实,轮虫体内维生素E的含量不仅随乳化油中维生素E含量的增加而增大,而且与强化后时间的长短成正比例关系。以上结果表明:可通过人工调节活饵料的营养要素有效地改善活饵料的营养价值,从而最终达到提高仔稚鱼生长率和成活率的目的。

海水仔稚鱼营养研究在我国基本空白,大量的研究需要开拓、探索。最近,作者已申请到中国国家自然科学基金资助项目“人工调节活饵料营养要素对黑鲷仔稚鱼生长、存活的影响”,期望通过该项研究,使我国海鱼营养研究从幼鱼和成鱼阶段发展到仔稚鱼阶段,有一个良好的开端。

## 参考文献

- [1] Al-Amoudi, M. M., 1992. *Aquaculture* 105(1): 165-173.
- [2] Anadu, D. I., Anozie, O. G., Anthony, A. D., 1990. *Aquaculture* 88(3/4): 329-336.
- [3] Ben-Amotz, A. et al., 1987. *Mar. Biol.* 95: 31-36.
- [4] Borlongan, I. G., 1992. *Biochem.* 9: 401-407.
- [5] Craig, S. R., Gatlin III, D. M., 1992. *J. World Aquac.*

- Soc.* **23**(2): 133-137.
- [6] Dendrinis, P. and Thorpe, J. P. , 1987. *Aquaculture* **61**: 121-154.
- [7] Fernandez-Reiriz, M. J. *et al.* , 1993. *Aquaculture* , **112**: 195-206.
- [8] Hilton, J. W. *et al.* , 1979. *Comp. Biochem. Physiol. A* **62**: 427-432.
- [9] Izquierdo, M. S. , 1988. Requirements of marine larval fish for essential fatty acids. M. Sc. thesis, Tokyo University of Fisheries, Tokyo, 197.
- [10] Izquierdo, M. S. , Watanabe, T. , Takeuchi, T. , Arakawa, T. and Kitajima, C. , 1989. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish* **55**(5): 859-867.
- [11] Keemblyehetty, C. N. , Gatlin, D. M. , 1992. *Aquaculture* **104**(3/4): 271-277.
- [12] Kitajima, C. , Arakawa, T. , Fujita, S. , Imada, O., Watanabe, T. and Yone, Y. , 1980a. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.* **46**: 43-36.
- [13] Kitajima, C. , Yoshida, M. and Watanabe, T. , 1980b. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.* **46**(1): 47-50.
- [14] Kim, K. I. , Kayes, T. B. , Amundson, C. H. , 1992. *Aquaculture* **100**(3/4): 333-344.
- [15] Kissil, G. Wm. and Koven, M. , 1990. *Aquaculture* **88**: 69-74.
- [16] Koven, W. M. , Tandler, A. , Kissil, G. Wm. , Sklan, D. , Friezlander, O. and Havel, M. , 1990. *Aquaculture* **91**: 131-141.
- [17] Lemm, C. A. , Lemarie, D. P. , 1992. *Nutr. Abstr. Rev.* (Series B) **62**(2): 928.
- [18] Millikin, M. R. , 1982. *Fish Bull.* **80**(4): 655-686.
- [19] Ostrowski, A. C. , Divakaran, S. , 1990. *Aquaculture* **89** (3/4): 273-285.
- [20] Ravi, J. , Devaraj, K. V. , 1992. *Nutr. Abstr. Rev.* (Series B) **62**(4): 2 000.
- [21] Soliman, A. K. , Jauncey, K. , Roberts, R. J. , 1986. *Aquaculture* **52**(1): 1-10.
- [22] Soliman, A. K. , Jauncey, K. , Roberts, R. J. , 1986. *Aquaculture* **59**(3-4): 197-208.
- [23] S. Shi-Yen, J. Fun-Lin, 1992. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish* **58**(4): 671-675.
- [24] Stottrup, J. G. , 1992. *J. World. Aquac. Soc.* **23**(4): 307-316.
- [25] Tamaru, C. S. *et al.* , 1993. *Aquaculture* **110**: 361-372.
- [26] Takeuchi, T. , Toyota, M. , Satoh, S. and Watanabe, T. , 1990. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish* **56**(8): 1 263-1 269.
- [27] Thongrods, Takeuchi, T. *et al.* , 1989. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.* **55**(11): 1 983-1 987.
- [28] Walford, J. and Lam, T. J. , 1987. *Aquaculture* **61**: 219-229.
- [29] Watanabe, T. , Oowa, F. , Kitajima, C and Fujita, S. , 1978. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.* **44**: 1 115-1 121.
- [30] Watanabe, T. , Ohta, M. , Kitajima, C. and Fujita, S. , 1982. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.* **48**: 1 775-1 782.
- [31] Watanabe, T. , Tamiya, T. , Oka, A. , Hiraita, M. , Kitajima, C. and Fujita, S. , 1983. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.* **49**(3): 471-479.
- [32] Watanabe, T. , *et al.* , 1989. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.* **55**(9): 1 635-1 640.