

饲料中不饱和脂肪酸对斑节对虾幼虾 存活、蜕皮和生长的影响

高淳仁 梁亚全 刘庆慧 韩阿寿

(中国水产科学研究院黄海水产研究所, 青岛 266071)

摘 要 在基础饲料中添加四种含不同脂肪酸的脂肪源组成四种试验饲料, 对斑节对虾幼虾进行45天的喂养试验。结果表明, 饲料中含有高度不饱和脂肪酸(HUFA), 能促进幼虾的生长和提高幼虾的成活率。幼虾摄食含有不同脂肪酸的饲料, 虽然虾体内脂肪含量接近, 但虾体脂肪酸含量差异显著。斑节对虾幼虾对18碳以下的脂肪酸转化能力有限。在斑节对虾幼虾的养殖饲料中直接添加含有HUFA的脂肪源是必要的。

关键词 斑节对虾, 不饱和脂肪酸, 营养需要, 存活, 蜕皮, 生长

海洋甲壳类脂类代谢研究开始于本世纪七十年代末。许多研究表明, 鱼虾缺乏自身合成 $\omega-3$ 和 $\omega-6$ 系列脂肪酸的能力^[8-10]。脂类的营养价值在很大程度上取决于不饱和脂肪酸的类型和含量^[1]。Kanazawa等1977年曾报道, 在以油酸为脂肪源饲料中添加1%18:3 $\omega-3$, 能促进日本对虾(*Penaeus japonicus*)的生长^[6]。Sick和Andrew^[12]1973年发现, 鳕鱼肝油、虾头油富含 $\omega-3$ 系列高度不饱和脂肪酸(HUFA), 对桃红对虾(*P. duorarum*)的生长具有很高的营养价值。

斑节对虾(*P. monodon*)以其生长快、个体大等优良生物学特征越来越吸引我国的对虾养殖者。养殖斑节对虾所用的饲料, 基本上采用中国对虾饲料或者进口的成品饲料或配方。我国台湾以及东南亚一些地区已开展了斑节对虾的营养需求量方面研究工作, 但国内尚未见到这方面的报道。

本试验初步研究了斑节对虾幼虾的饲料中, 由于不同脂肪源所提供的脂肪酸不同而产生的对幼虾的存活、蜕皮和生长的影响

1 材料与方法

1.1 试验用虾

取自青岛崂山区的一处育苗场。用充氧袋运至黄海所太平角试验场。幼虾在10m³的水泥池中蓄养30天, 挑选96尾平均体重为0.8~0.9克的试验幼虾, 分置24

收稿日期: 1994-05-30。

只虾笼内,每笼分四个隔间,每个隔间放养一尾幼虾。四只试验虾笼(35×20cm)合计 16 尾幼虾为一试验组。共计进行四种饲料试验,以投喂蛤蜊肉作为对照组。24 只虾笼放在一个长方形(3.0×1.0×0.4)的玻璃钢水槽内。每天早晚各换一次海水,每次换原有水量的 1/2,水槽内 24 小时充气。试验期间水温为 25℃~28℃。

1.2 饲料

基础饲料组成见表 1。添加的四种不同脂肪源为 1 号:豆油;2 号:淀粉、离心鳀鱼油(浅褐色,酸值 10.8,过氧化值 4.2 毫摩尔/千克);3 号:1、2 和 4 号三种脂肪源各取 1/3 混合;4 号:由黄海所加工室提供的精制鳀鱼鱼油(淡黄色,透明油体,酸值 0.14,过氧化值 2.8 毫摩尔/千克)。

表 1 基础饲料成分表
Table 1 Basal diet ingredients

成 分	Ingredients	含量(%)Percent(%)
葡萄糖	Glucose	5.5
蔗糖	Sucrose	10.0
淀粉	Starch	4.0
酪蛋白	Casein	50.0
柠檬酸钠	Na - Citrate	0.3
丁二酸钠	Na - Succinate	0.3
胆固醇	Cholesterol	0.5
混合无机盐 ^[7]	Mineral mixture	8.6
混合维生素 ^[7]	Vitamin mixture	2.7
纤维素	Cellulose powder	5.9
琼胶	Agar	3.0
氯化胆碱	Choline chloride	1.2
测试脂类	Dietary lipid	8.0
总计	Total	100

所有饲料成分充分混匀,加水后再次搅匀,用 2mm 孔径模口制粒,于 40℃ 下吹风干燥,然后放入塑料袋中于 20℃ 下储存备用。各饲料中脂肪酸分析结果列于表 2。

1.3 试验方法

每天投喂 2 次,投喂量主要依据幼虾摄食情况决定。每 15 天称重一次,并每天检查记录幼虾蜕皮情况。

2 结果

经过 45 天投喂试验,用 4 种试验饲料喂养幼虾的成活率、增重率和蜕皮次数列于表 3。其中投喂 4 号饲料的幼虾成活率最高,增重最快,蜕皮次数最多,与投喂蛤蜊肉的对照组幼虾的增重率接近,但成活率高于后者。试验结束后,5 个试验组幼虾的脂肪和脂肪酸含量列于表 4。

表 2 加工后 4 种试验饲料含脂肪酸分析结果(%)

Table 2 Analysis of fatty acids of 4 experimental diets(%)

饲料 Diet	1	2	3	4
脂肪酸 Fatty acid				
C14:0	5.9	4.5	5.5	9.4
C16:0	15.5	23.2	15.0	25.5
C16:1	10.7	15.2	15.8	10.3
C18:0	13.2	5.6	8.3	3.8
C18:1	21.1	21.5	19.2	16.6
C18:2 ω 6	25.2	6.1	24.1	2.2
C18:3 ω 3	9.4	4.2	8.6	2.1
C20:4 ω 3	—	0.1	0.2	2.4
C20:5 ω 3	—	8.3	4.1	12.1
C22:6 ω 3	—	0.4	1.7	4.9

表 3 5 组试验斑节对虾幼虾的存活、蜕皮及生长(45 天)

Table 3 Effect of fatty acids on survival, molting and growth of juvenile of Tiger shrimp

试验组 Experimental group	1	2	3	4	对照 Contrast
原初均重(克) Initial Ave. body w. (g)	0.83	0.85	0.87	0.86	0.93
最终均重(克) Final Ave. body w. (g)	1.46	1.56	2.33	2.41	2.57
增重率(%) Percent gain (%)	75.7	83.6	167.8	191.9	178.5
存活率(%) Survival (%)	56.0	75.0	87.0	94.0	8.1
蜕皮次数(平均每尾) Times of molting (Ave.)	2.6	2.1	3.7	4.9	4.3

3 讨论

从表 3 中可以看出,斑节对虾幼虾摄食含有精制鱼油的 3、4 号饲料,其增重率、蜕皮次数和成活率都高于摄食 1、2 号饲料的幼虾。其中幼虾摄食富含高度不饱和脂肪酸(HUFA)的 4 号饲料,幼虾生长最快。据 Watanabe^[8]等报道,长链的 $\omega-3$ HUFA 比 18 碳的 $\omega-3$ 脂肪酸具有更高的营养价值。本试验结果表明,幼虾只摄食含 18:2 ω 6 和 18:3 ω 3 的 1 号饲料,其增重率和成活率列第四位。2 号饲料虽含有鱼油,但由于这种鱼油只经过沉淀而未经纯化精制。所以,从表 2 中看出其高碳不饱和脂肪酸要低于 4 号,鳀鱼油经过脱酸、脱臭等精制处理后,其中游离脂肪酸、固醇类及过氧化物等杂质大为减少,其脂质主要是酯型(包括甘油三酯、甲酯、乙酯等)脂肪酸。日本竹内俊郎^[5]曾用不同类型油脂强化卤虫喂养条石鲷和真鲷幼鱼,结果表明,摄食用游离脂肪酸强化的卤虫,幼鱼的成活率很低。反之,摄食酯型油脂强化的卤虫,得到了优良的饲养结果。虽然 2 号饲料中部分高碳不饱和脂肪酸含量高于 3 号,但由于该饲料中的粗鱼油酸值较高,即游离脂肪酸较多,过氧化物也比精制后的鱼油

含量要高,所以其脂肪酸的营养价值比3号要差。表现为该组幼虾生长缓慢,死亡率比3号饲料组要高。

表4 试验结束后幼虾虾体的脂肪含量和脂肪酸组成分析(%)

Table 4 Fatty acids composition (%) of the muscle from the juvenile tiger shrimp (After the experiment)

试验组 Experimental group 脂肪酸(%) Fatty acid(%)	1	2	3	4	对照 Contrast
C14:0	0.7	0.8	0.5	0.8	1.0
C16:0	12.6	15.1	15.4	18.3	14.1
C16:1	5.9	4.6	4.8	3.7	3.5
C18:0	8.8	14.5	9.0	11.2	7.9
C18:1	25.7	22.4	24.3	16.7	22.6
C18:2 ω 6	15.3	9.4	7.7	6.6	3.1
C18:3 ω 3	0.6	0.4	0.6	0.7	0.8
C20:4 ω 6	0.8	0.9	1.4	5.2	2.1
C20:5 ω 3	15.7	12.9	14.6	7.8	16.5
C22:5 ω 3	0.5	0.6	0.4	0.8	0.7
C22:6 ω 3	4.9	8.4	11.3	11.2	9.5
脂肪总量(%) Total fat(%)	0.90	0.88	1.02	1.13	1.10

从表4可见,各试验组的虾体脂肪含量相差不大,但其脂肪酸含量差异显著($F > F_{0.05}$)。据 Kanazawa^[6]报道,日本对虾幼虾摄食不同的脂肪酸其体内的脂肪酸组成也不同。虾体内含脂肪酸的差异可能是影响幼虾生长、蜕皮和存活的重要因素之一,当某种脂肪酸缺乏到超出幼虾耐受的极限时,就表现为幼虾死亡。所以,在养殖对虾饲料中,保证必需脂肪酸的供给是必要的。

铃木平光^[4]认为,鱼类或浮游动物都可把18:3 ω 3或18:2 ω 6转化为20:5 ω 3或22:6 ω 3。由表3可以看出,幼虾摄食1号饲料其成活率只达到56%,增重率仅为75.9%,表明饲料中缺乏20:5 ω 3和22:6 ω 3等高碳不饱和脂肪酸,不足以满足维持斑节对虾幼虾正常生长的需要,必须由外界提供。

目前国内外有些学者用单体脂肪酸做甲壳类营养试验^[2,3,9]。但由于单体脂肪酸制造成本很高,很难大规模应用。因鱼油中富含各种脂肪酸,所以更适于作为饲料中添加脂肪源的来源。但应去除粗鱼油中的过氧化物和游离脂肪酸。本试验采用精制鱼油,含C20:5 ω 3 18.3%,C22:6 ω 3 26.8%,制成幼虾饲料后,含C20:5 ω 3 15.1%,C22:6 ω 3 4.9%,幼虾摄食这种饲料后,增重率和成活率分别为191.8%和94%。蜕皮次数也居5个试验组之首位。

由表4可见,斑节对虾幼虾体内二十碳以上的高度不饱和脂肪酸含量在21.9~28.8%之间。亚油酸(18:2 ω 6)和亚麻酸(18:3 ω 3)在3.9~15.9%之间,若采用亚油酸或亚麻酸单体做脂肪酸需求试验^[3],则大部分脂肪酸需通过转化才能为其生长和代谢所用。Kanazawa^[7]报道,虹鳟能有效地将18:3 ω 3转化为20:5 ω 3和22:6 ω 3,但日本对虾和真鲷的这种转化能力有限。本试验结果表明,斑节对虾幼虾体内的脂肪酸含量与饲料中的脂肪酸含量

有关,但其转化能力的大小尚需进一步研究。

综上所述,对于斑节对虾幼虾,长链的(20 或 22 碳) $\omega-3$ 或 $\omega-6$ 系列 HUFA 的营养价值要优于短链(18 碳以下)的 $\omega-3$ 或 $\omega-6$ 系列脂肪酸,在斑节对虾幼虾的配合饲料中应添加适量的 HUFA。

参 考 文 献

- [1] 庄健隆,1987. 虾类对高度不饱和脂肪酸的需求。中国水产(台湾), (12):23~25。
- [2] 徐学良等,1992. $\omega-3$ 及 $\omega-6$ 不饱和脂肪酸对中国对虾幼虾存活、蜕皮及生长的影响。海洋水产研究, (13):21~22。
- [3] 王树森等,1993. 中国对虾对亚油酸、亚麻酸的营养需求量。水产学报, 17(1):1~6。
- [4] 铃木平光著(叶桂荣译),1991. 亚麻酸在体内可转化成 DHA。吃鱼健脑, 25~28。农业出版社。
- [5] 竹内俊郎等,1992. 用不同类型油脂强化的卤虫对条石鲷和真鲷幼仔鱼的饵料价值。日水志, 58(2):283~289。
- [6] Kanazawa, A. et al, 1977. Nutritional requirements of prawn - VII effect of dietary lipids on growth. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 43(70): 849~856.
- [7] Kanazawa, A. et al, 1979. Essential fatty acids in the diet of prawn. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 45(9):151~153.
- [8] Watanabe, T. et al, 1974. Requirement of rainbow trout for essential fatty acids. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., (40):493~499.
- [9] Castell J.D, 1982. Fatty acids metabolism in crustaceans. Proc. second int. conf. on aquaculture nutrition, PP, 124~125.
- [10] Castell J.D, 1972. Essential fatty acids in the diet of rainbow trout growth, feed conversion and some gross deficiency symptoms. J. Nutr. (102): 77~86.
- [11] Fujii M & Yone Y, 1976. Studies on nutrition of red sea bream - XI, Effect of dietary linolenic and $\omega-3$ polyunsaturated fatty acid on growth and feed conversion. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., (42):583~588.
- [12] Sick, L. V and J. W. Andrew, 1973. The effect of selected dietary lipids, carbohydrate and protein on the growth, survival and body composition of *P. duorarum*. Proc. World Mariculture Soc. 4:263~276.

EFFECT OF DIETARY FATTY ACIDS ON SURVIVAL, MOLTING AND GROWTH OF JUVENILE TIGER SHRIMP, *PENAEUS MONODON*

Gao Chunren Liang Yaquan Liu Qinghui Han Ashou

(Yellow Sea Fishery Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao 266071)

ABSTRACT We have chosen four kinds of fat which contained different fatty acids and added each of them into basal diet to form four experimental diets. After 45 days feeding experiment on Juvenile of tiger shrimp, we have got the results as following: Feeding with the diet containing high unsaturated fatty acid, the juvenile of tiger shrimp can get more fast growth and higher survival ratio. Although the content of fat of the shrimp body is similar, the composition of fatty acids of the shrimp body is significantly different ($F > F_{0.05}$). The ability that the juvenile tiger shrimp transforms the fatty acids (less than 18 carbon) into HUFA is deficiency.

KEYWORDS *P. monodon*, Unsaturated fatty acids, Nutritional requirement, Survival, Molting, Growth