

中国对虾对亚油酸、亚麻酸的营养需要量*

王树森 朱会杰 王剑英

(中国科学院石家庄农业现代化研究所, 050021)

提要 运用梯度法设计亚油酸、亚麻酸三水平饲料试验。结果指出, 中国对虾的增重率和存活率受饲料中亚油酸、亚麻酸含量和比值双重影响。在本试验条件下, 中国对虾对亚油酸、对亚麻酸的最适需要量分别为 2.16% 和 0.87%, 二者的最适比值为 2.48。作为必需脂肪酸, 亚麻酸的活性高于亚油酸。在以富含亚油酸的植物蛋白饲料为主要原料的对虾实用饲料中, 亚油酸对亚麻酸的比值偏高, 而且二者含量均不足。按需要同时添加亚油酸和亚麻酸将可获得最佳效益。

关键词 中国对虾, 亚油酸, 亚麻酸

中国对虾(*Penaeus orientalis*) 是我国海产虾中主要养殖品种。但是养殖虾规格与天然虾比较, 还有很大差距。对虾养殖业的发展和配合饲料生产的需要, 推动了对对虾营养学的研究。徐新章等⁽¹⁾和沈晓民等(1991)先后对中国对虾的脂肪需要量和消化率进行了研究, 并取得了成果。然而, 研究中国对虾对脂肪量的需求, 远不能满足其对质的需要。关于中国对虾对组成体脂的必需脂肪酸需要量的研究, 至今未见报导。

现代营养学研究表明, 脂肪不仅是能量的来源, 而且脂肪中不饱和脂肪酸, 还是对虾生长发育不可缺少的营养物质。其中有的可以由对虾自身生物合成, 称为非必需脂肪酸, 有的则不能合成或合成量远远不能满足对虾生长发育的需要, 必须由饵料提供, 称为必需脂肪酸。对虾缺乏必需脂肪酸会导致一系列脂肪酸缺乏症。对虾的必需脂肪酸包括 18:2W₆ (亚油酸)、18:3W₃ (亚麻酸)、20:5W₃ 和 22:6W₆ 等高度不饱和脂肪酸。铃木平光(1991)认为, 十八碳的亚油酸和亚麻酸在小到浮游动物、鸟类、老鼠, 大到人类的体内, 均可转化成二十碳五烯酸(20:5W₃)和二十二碳六烯酸(22:6W₆)。由此可见, 实际上都必需由饵料提供的脂肪酸, 主要为亚油酸和亚麻酸。

对虾生存和生长所需要的必需脂肪酸种类和数量因对虾品种而异。庄建隆(1990)列出了日本对虾(*Penaeus japonicus*)、印度对虾(*P. indicus*)、褐对虾(*P. aztecus*)、长臂对虾(*P. serratus*)对各种必需脂肪酸的推荐量, 但是没有提到中国对虾。本试验目的在于研究中国对虾在养成期对饲料中亚油酸和亚麻酸的营养需要量, 为中国对虾配合饲料中的

* 本工作系国家“八·五”攻关专题, 河北省科委资助项目。参加本试验工作的还有本所张中华、叶勇、焦如谦、孟玲、大连化学物理研究所张述亭等同志, 在此一并致谢。

收稿年月: 1992年5月; 同年11月修改。

(1) 徐新章等, 1989。中国对虾配合饲料中蛋白质、糖、纤维素、脂肪的适宜含量及日需要量研究。全国对虾、鱼类配合饲料论文集, 115—124。

亚油酸、亚麻酸最佳含量提供理论依据。

材料与方 法

单体脂肪酸 试验饲料中添加的单体亚油酸和亚麻酸由中国科学院大连化学物理研究所制备提供。

试验对虾和网箱 试验虾取自河北省海兴县对虾育苗场, 平均尾重 2.39 ± 0.02 克。网箱规格 $60 \times 60 \times 100$ (cm³), 聚乙烯网片, 孔径 20 目, 网箱上部 30cm 露出水面, 网箱有效容积 252cm³。

试验池水质 经绢布过滤的盐场一级卤水, 盐度为 21‰, pH 值 8.2—8.5, 水温 21—27.2°C, 溶氧 4.8—6.3mg/l。

试验饲料 为了使得到的试验数据更接近实用饲料条件下的营养需要, 本试验以农业部 1990 年制定的中国对虾饲料标准⁽²⁾为依据, 设计试验饲料的基础饲料。在 1990 年预备性试验初选亚油酸、亚麻酸添加量范围的基础上以 0%、0.5%、1.0% 作为亚油酸、亚麻酸的添加梯度。然后按正交试验设计要求分别添加亚油酸和亚麻酸, 配成九组亚油酸、亚麻酸含量和配比不同的试验饲料, 每组试验饲料设六个平行样本。饲料原料由秘鲁鱼粉、豆饼、花生饼、麸皮、玉米面和虾糠组成。同时添加 2% 复合矿物元素、0.2% 复合维生素和不等量的亚油酸、亚麻酸, 最后以粘合剂配平。各组试验饲料的粗蛋白含量为 41.2%、粗脂肪含量为 5.1%、亚油酸和亚麻酸含量如表 1 所示。

表 1 试验饲料中亚油酸、亚麻酸含量(%)

Table 1 Contents of linoleic acid and linolenic acid in the test diets (%)

项 目	组别		1(对照)		2		3		4		5		6		7		8		9	
	数值(%)		亚油酸	亚麻酸	亚油酸	亚麻酸	亚油酸	亚麻酸	亚油酸	亚麻酸	亚油酸	亚麻酸	亚油酸	亚麻酸	亚油酸	亚麻酸	亚油酸	亚麻酸	亚油酸	亚麻酸
基础饲料中含量	1.66	0.37	1.66	0.37	1.66	0.37	1.66	0.37	1.66	0.37	1.66	0.37	1.66	0.37	1.66	0.37	1.66	0.37	1.66	0.37
脂肪酸添加量	0	0	0.5	0	1.0	0	0	0.5	0	1.0	0.5	0.5	0.5	1.0	1.0	0.5	1.0	0.5	1.0	1.0
试验饲料中含量	1.66	0.37	2.16	0.37	2.66	0.37	1.66	0.87	1.66	1.37	2.16	0.37	2.16	1.37	2.66	0.37	2.66	1.37	2.66	1.37
亚油酸与亚麻酸比值	4.49		5.84		3.19		1.90		1.21		2.48		1.58		3.06		1.94			

注: 亚油酸与亚麻酸含量均以占饲料的百分比表示。

试验方法 试验在中国科学院石家庄农业现代化研究所技术中心对虾育苗池(沧州海兴)进行。虾苗试验前先在网箱内暂养一周, 然后在测量每尾虾重和体长后移入试验网箱, 每箱投放试验虾 20 尾, 试验中每 15 日测虾重一次, 并相应调整日投喂量。日投喂率为虾体重的 8%, 日投喂四次。试验结束后分别记录对虾存活数量, 测体长、体重, 并分别计算各组饲料之对虾增重率和成活率。试验期为 60 天。

(2) 农业部, 1990 农业部 1990 年对虾配合饲料优质产品评选标准和办法。

结果与讨论

根据对虾喂养试验结果计算得到的各组试验饲料的对虾增重率和存活率列于表2。对表2的方差分析表明, 各组饲料对虾增重率和存活率的差异显著($P < 0.05$)。从表1、表2可知, 亚油酸、亚麻酸的添加量不同, 试验饲料中亚油酸、亚麻酸的含量也不同, 对中国对虾增重率与存活率的影响也不同。

表2 各组试验饲料对虾增重率与存活率

Table 2 Percentage weight gain and survival rate of *P. orientalis*

组别	对虾增重情况				对虾存活情况		
	放养尾均重 (克/尾)	起捕尾均重 (克/尾)	尾均增重 (克)	尾均增重率 (%)	组放养量 (尾)	组起捕量 (尾)	组存活率 (%)
1(对照)	2.41	5.90	3.49	144.8	120	85	70.8
2	2.39	5.77	3.38	141.4	120	82	68.3
3	2.36	5.57	3.21	136.0	120	80	66.7
4	2.40	7.14	4.74	197.5	120	108	90.0
5	2.38	6.25	3.87	162.6	120	98	77.5
6	2.40	7.64	5.24	218.3	120	119	99.2
7	2.36	6.75	4.39	186.6	120	105	87.5
8	2.41	7.18	4.77	197.9	120	110	91.7
9	2.37	7.10	4.73	199.6	120	112	93.3

(一) 饲料中亚油酸与亚麻酸的最佳含量

饲料中不同亚麻酸水平下亚油酸含量与中国对虾增重率和存活率的关系示于图1、图2。

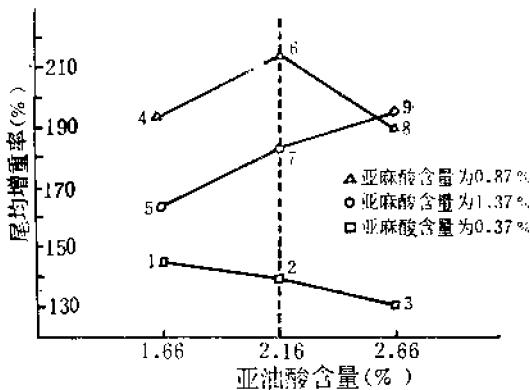


图1 饲料中不同亚麻酸含量下, 亚油酸与中国对虾增重率的关系

Fig. 1 Relationship between linoleic acid and percentage weight gain of *P. orientalis* under different linolenic acid levels in the diet

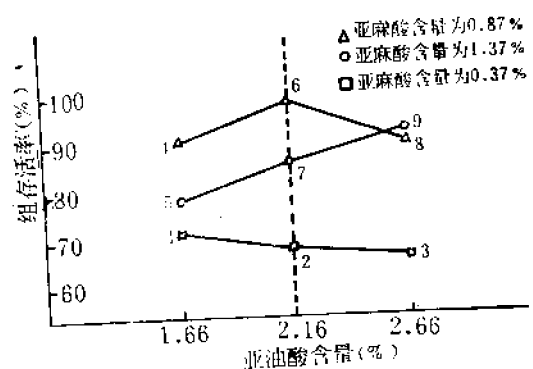


图2 饲料中不同亚麻酸含量下, 亚油酸与中国对虾存活率的关系

Fig. 2 Relationship between linoleic acid and survival rate of *P. orientalis* under different linolenic acid levels in the diet

由图1、图2可知,饲料中亚麻酸水平不同,亚油酸对中国对虾增重率和存活率的影响也不同,亚油酸对增重率和存活率的影响受亚麻酸水平的制约。在0.37%、0.87%、1.37%三个亚麻酸水平中,即饲料中亚麻酸含量在0.37%到1.37%的范围内,以亚麻酸水平为0.87%时亚油酸对对虾的增重率和存活率效果最好。而且其中以亚油酸含量为2.16%的增重率和存活率最高。由此说明,饲料中亚麻酸含量为0.87%时,亚油酸的最佳含量为2.16%。

饲料中不同亚油酸水平下,亚麻酸含量与中国对虾增重率和存活率的关系示于图3、图4。

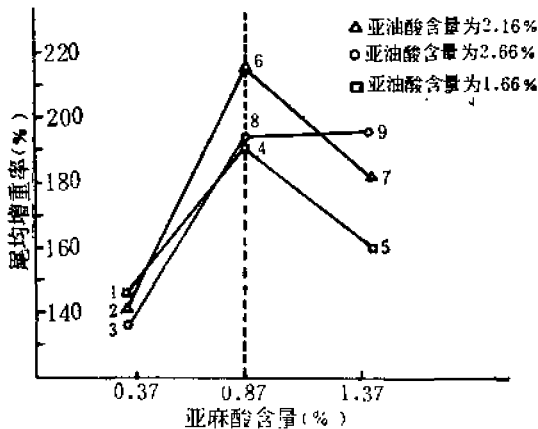


图3 饲料中不同亚油酸含量下,亚麻酸与中国对虾增重率的关系

Fig. 3 Relationship between linolenic acid and percentage weight gain of *P. orientalis* under different linoleic acid levels in diet

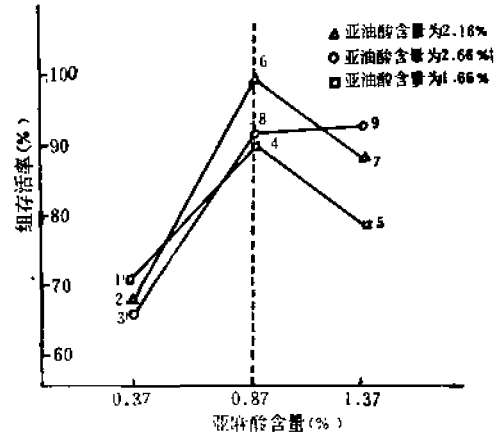


图4 饲料中不同亚油酸含量下,亚麻酸与中国对虾存活率的关系

Fig. 4 Relationship between linolenic acid and survival rate of *P. orientalis* under different linoleic acid levels in the diet

从图3、图4可见,饲料中亚油酸水平不同,亚麻酸对中国对虾增重率和存活率的影响不同,亚麻酸对增重率和存活率的影响受亚油酸含量的制约。在1.66%、2.16%、2.66%三个亚油酸含量水平中,即亚油酸含量在1.66%到2.66%的范围内,以亚油酸含量为2.16%时亚麻酸对对虾增重率和存活率效果最好,而且其中以亚麻酸含量为0.87%时的增重率和存活率最高。这说明饲料中亚油酸含量为2.16%时,亚麻酸的最佳含量为0.87%。

从以上分析表明,获得对虾最高增重率和存活率所需要的亚油酸、亚麻酸的数量不同,亚油酸为2.16%,亚麻酸为0.87%。这说明二者在提高对虾增重率、存活率方面的活性强弱不同,亚麻酸的活性优于亚油酸。这一点与 Kanazawa, A. 等(1979)研究日本对虾对亚油酸、亚麻酸需要量时得出的结论一致。

(二) 饲料中亚油酸与亚麻酸的最佳比值

饲料中亚油酸与亚麻酸的比值同中国对虾增重率和存活率的关系示于图5。

由图5可知,亚油酸和亚麻酸比值为2.48的组份(No. 6)增重率、存活率最高,而该

组饲料中亚油酸和亚麻酸含量分别为2.16%和0.87%，刚好与以上分析所得出的结论一致。由此可以认为2.48为中国对虾饲料中亚油酸、亚麻酸的最佳比值。庄建隆(1987)在报导虾类的高度不饱和脂肪酸的需求时指出，长臂对虾饲料中亚油酸和亚麻酸的最佳比值为2.2，与本试验测得的中国对虾饲料中亚油酸、亚麻酸的最佳比值相近。

在目前以富含亚油酸的植物蛋白饲料为主要原料的对虾实用配合饲料中，一方面亚油酸和亚麻酸比值偏高，另一方面二者含量不足，(饲料中脂肪含量在6以下时)，在这种情况下，单独添加适量亚麻酸固然可以提高中国对虾的增重率、存活率，而按比值同时添加亚油酸和亚麻酸则增重和存活效果会更好。这说明中国对虾的增重率和存活率同时受亚油酸、亚麻酸含量和比值的双重制约。

结 语

通过对中国对虾实用配合饲料中亚油酸、亚麻酸最佳含量和最佳比值的分析，可以得出如下二点：

1. 在本试验条件下，中国对虾对亚油酸和亚麻酸的最佳需要量分别为2.16%和0.87%，二者的最佳比值为2.48，亚麻酸的活性优于亚油酸。
2. 在我国目前以富含亚油酸的植物蛋白饲料为主要原料的对虾实用配合饲料中，一般同时存在着亚油酸与亚麻酸比值偏高和二者含量不足二方面问题。为了获得中国对虾的最高增重率和存活率，应在弄清饲料中亚油酸、亚麻酸的基础含量之后相应地按比例添加。

参 考 文 献

- [1] 王渊源等, 1991. 鱼虾需要的脂肪酸, 胆固醇和磷脂. 水产学报, 15(2): 177—184.
- [2] 庄建隆, 1987. 虾类对高度不饱和脂肪酸的需求. 中国水产(台刊), (12).
- [3] —, 1990. 虾类的营养需求. 养虾全集, 331—334. 养鱼世界杂志社(台湾).
- [4] 沈晓民等, 1991. 中国对虾蛋白质、脂肪和淀粉消化率的初步研究. 水产学报, 15(3): 236—240.
- [5] 铃木平光密(叶桂蓉译), 1991. 亚麻酸在体内可转换成 DHA. 吃鱼健脑, 25—28, 农业出版社(北京).
- [6] Henderson, R. J. et al., 1985. Fatty Acid Metabolism in Fish. Nutrition and Feeding in Fish, 350—364.
- [7] Hove, h. et al., 1991. Fatty Acid Composition of Start-Feeding salmon(*salmo salar*) larvae. Aquaculture, 96: 305—319.
- [8] Kanazawa, A. et al., 1979. Essential Fatty Acid in the Diet of Prawn. Bulletin of the Japanese Socie-

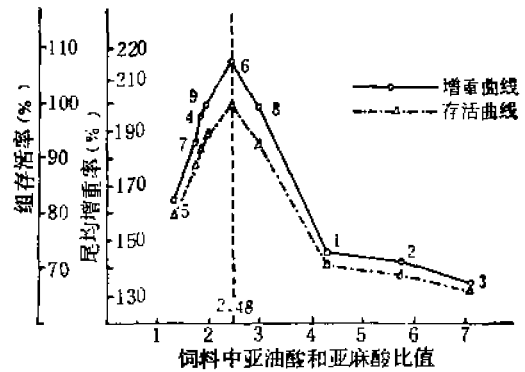


图5 饲料中亚油酸和亚麻酸的比值与中国对虾增重率和存活率的关系

Fig. 5 Relationship between the ratio of linoleic acid and linolenic acid in the diet and the percentage weight gain and the survival rate of *P. orientalis*

- ty of Scientific Fisheries, 45(9): 1151—1153.
- [9] —, 1979a. Requirements of Prawn *P. Japonicus* for Essential Fatty Acids. *Mem. Fac. fish., Kagoshima Univ.*, 28: 27—33.
- [10] —, 1979b. Effects of Dietary Linoleic and Linolenic Acids on Growth of Prawn. *Oceanol. Acta*, 2: 41—47.
- [11] Leger, C. et al., 1979. Effect of Dietary Fatty Acids Differing by Chain Lengths and Series on the Growth and Lipid Composition of Turbot *Scophthalmus maximus* L. *Comp. Biochem. Physiol.*, B 84: 345—350.
- [12] Oka, A. et al., 1980. Effect of Fatty Acids in Rotifers on Growth and Fatty Acid Composition of Larval Ayu, *Plecoglossus altivelis*. *Bull. Jpn. Soc. Fish.*, 46: 1413—1418.
- [13] Reiser, R. et al., 1963. The Influence of Dietary Fatty acids and Environmental Temperature on the Fatty Acid Composition of Teleost Fish. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 40: 507—513.
- [14] Takeuchi, T. et al., 1977 Requirement of Carp for Essential Fatty Acids. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.*, 43: 541—551.
- [15] —, 1980. Requirement of Eel *Anguilla Japonica* for Essential Fatty Acids. *Ibid*, 46: 345—353.

NUTRITIONAL REQUIREMENTS OF *PENAEUS ORIENTALIS* FOR LINOLEIC ACID AND LINOLENIC ACID

Wang Shusen, Zhu Huijie and Wang Jianying

(Shijiazhuang Institute of Agriculture Modernization, Academia Sinica, 050021)

ABSTRACT The dietary test of shrimp, *P. orientalis*, was designed by means of the gradient method for linoleic acid and linolenic acid. The results showed that percentage weight gain and survival rate of the shrimp were affected by both content and ratio of linoleic acid and linolenic acid. In the present test the optimal requirement of shrimp for linoleic acid and linolenic acid in the diet respectively was 2.16% and 0.87%, the optimal ratio of them was 2.48, and the linoleic acid as an essential fatty acid is more effective than linolenic acid. In the shrimp practical diet containing lots of plant protein feedstuff rich in linoleic acid, the optimal percentage weight gain and survival rate of shrimp can be got by adding some level of linoleic acid and linolenic acid as there were the higher ratio and lower content of linoleic acid and linolenic acid in the diet.

KEYWORDS *Penaeus orientalis*, linoleic acid, linolenic acid.