

野生及人工养殖的中国对虾(*Penaeus Chinensis*) 的脂肪酸组成的分析及比较研究

季文娟

(中国水产科学研究院黄海水产研究所, 青岛 266071)

摘 要 通过对野生及人工养殖的中国对虾的肌肉、肝胰脏、性腺及卵的脂肪酸的分析比较, 结果显示野生及人工养殖的中国对虾都含有大量的 $\omega-3$ 系列高度不饱和脂肪酸, 这与其它海洋甲壳类的脂肪酸组成相类似; 与野生的中国对虾相比较, 人工养殖对虾的各组织及卵含有较高比例的亚油酸及较低比例的二十二碳六烯酸(DHA)。野生与人工养殖的中国对虾在脂肪酸组成上的这一差异, 是由于它们的生态环境及所摄食物的不同所造成的。从我们先前的实验证明 $\omega-3$ 系列和 $\omega-6$ 系列长链高度不饱和脂肪酸是中国对虾的必需脂肪酸, 其中尤以DHA最为重要, 对于幼虾的生长及亲虾的成熟都是必需的。可见在人工养殖中国对虾的饵料中添加富含DHA的脂肪源将是提高人工养殖对虾产量和质量的一个重要途径。

关键词 中国对虾, 野生虾, 养殖虾, 必需脂肪酸

前 言

近年来, 脂类在鱼虾体内的生理功能及节约蛋白质的作用受到了充分的重视, 脂类是主要的能量来源, 增加饵料中的脂肪, 可以节约蛋白质的需要量, 同时它又维持细胞膜的结构及细胞膜的完整性。70年代以来, 国外对水产动物的脂类营养展开了一系列的研究, 取得了一定的成果, 实验证明, 同属中不同种的水产动物对必需脂肪酸的需要亦不相同^[3,11]。对于中国对虾(*Penaeus chinensis*) 在蛋白质、氨基酸、碳水化合物、维生素及部分无机盐的需要量方面国内有过大量的研究^[10], 但对于脂类营养方面的研究至今少见报道。

本试验的目的是通过对野生(以下称海捕虾)及人工养殖的中国对虾(以下称对虾)的脂肪酸组成的分析及比较研究, 了解对虾脂肪酸组成模式的特点, 分析海捕及人工养殖对虾脂肪酸组成的差异原因, 探讨提高人工养殖对虾质量的途径。

收稿日期: 1994-04-07。

材 料 和 方 法

(一)材料来源

海捕虾样品为 1992 年 5 月于青岛近海捕获的亲虾,人工养殖虾是从黄岛养虾场购得的越冬亲虾。

解剖虾体,分别取卵巢、肝胰脏、肌肉,经冷冻干燥后保存在 -30°C 冰箱内供脂肪酸分析用。

留下部分人工养殖亲虾暂养,喂以蛤肉,待产卵,取卵样,冷冻干燥后保存于 -30°C 冰箱内供分析用;海捕虾卵为同一时期取自太平角试验场。

(二)样品的脂肪提取及甲酯化

样品的脂肪提取采用 Bligh 和 Dyer 的方法^[2],用 Maeda Y. 等改良的盐酸-甲醇方法^[6]将样品的油脂甲酯化,然后将样品的脂肪酸甲酯的混合物注入气相色谱仪分析脂肪酸组成。

(三)脂肪酸的分析

脂肪酸的分析在 HP5890 I 型气相色谱仪上进行,该仪器配置 $0.32\text{mm} \times 25\text{M}$ Carbowax 毛细管柱及 FID 检测器,各种脂肪酸的定性采用与标准样保留时间比较的方法,主要脂肪酸组成的相对含量用面积归一化法计算。

结 果

海捕亲虾和人工养殖亲虾的卵巢、肝胰脏、肌肉的脂肪酸组成的比较列于表 1,海捕亲

表 1 中国对虾海捕亲虾和人工养殖亲虾的脂肪酸组成的比较

Table 1 A comparison of fatty acid compositions between wild and cultured shrimp (*Penaeus chinensis*)

器官组织 Tissue	卵巢(Ovary)			肝胰脏(Hepatopancreas)			肌肉(Muscle)		
	人工养殖亲虾 (越冬后)	人工养殖亲虾 (Ⅱ期)①	海捕亲虾 (Ⅱ期)	人工养殖亲虾 (越冬后)	人工养殖亲虾 (Ⅱ期)①	海捕亲虾 (Ⅱ期)	人工养殖亲虾 (越冬后)	人工养殖亲虾 (Ⅱ期)①	海捕亲虾 (Ⅱ期)
	Cultured shrimp broodstock (after wintering)	Cultured shrimp broodstock Ⅱ①	Wild shrimp broodstock Ⅱ	Cultured shrimp broodstock (after wintering)	Cultured shrimp broodstock Ⅱ①	Wild shrimp broodstock Ⅱ	Cultured shrimp broodstock (after wintering)	Cultured shrimp broodstock Ⅱ①	Wild shrimp broodstock Ⅱ
脂肪酸 Fatty acid									
C14:0	1.3	1.3	1.6	2.3	2.7	2.6	0.6	0.9	0.8
C16:0	17.3	16.9	16.8	20.3	19.0	17.6	18.4	17.9	18.8
C16:1 ω 7	16.5	14.9	20.2	18.3	14.1	18.9	8.7	8.0	13.3
C18:0	3.3	4.1	2.5	5.3	5.1	2.4	8.4	8.1	7.1
C18:1 ω 9	20.7	19.4	23.5	21.9	20.0	23.0	18.5	17.2	20.0
C18:2 ω 6	5.5	4.1	1.2	4.1	1.9	0.8	5.6	5.3	1.0
C18:3 ω 3	0.9	1.0	1.0	1.6	1.1	0.5	0.9	0.7	ND②
C20:1 ω 9	1.1	2.7	2.9	1.8	3.8	9.0	1.3	1.7	1.6
C20:4 ω 6	4.0	2.8	1.4	ND②	3.0	3.0	4.6	3.4	2.0
C20:5 ω 3	18.3	18.0	13.1	14.5	17.0	9.4	16.9	18.4	19.3
C20:6 ω 3	1.8	6.6	7.0	3.0	3.6	3.8	9.7	10.5	8.4
C22:6 ω 3/ C18:2 ω 6	0.33	1.61	5.83	0.73	1.89	4.75	1.73	1.98	8.4

①人工养殖亲虾Ⅱ期为人工越冬后亲虾用蛤肉喂养 44 天后,性腺指数 $\text{GSI}=7.5\sim 9.8$ The maturing period Ⅱ of cultured shrimp means after wintering, the cultured shrimp was fed clam for 44 days, its gonadosomatic index (GSI) was between 7.5-9.8.

②未检出 not detected

虾和人工养殖亲虾的虾卵脂肪酸的组成的比较及养殖亲虾所喂之蛤肉的脂肪酸组成列于表 2。

表 2 中国对虾海捕亲虾和人工养殖亲虾卵脂肪酸组成的比较
Table 2 A comparison of fatty acid compositions between wild and cultured shrimp egg (*Penaeus chinensis*)

脂肪酸 (Fatty acid)	养殖虾卵 (Cultured shrimp egg)	海捕虾卵 (Wild shrimp egg)	蛤肉 (Clam)
C14 : 0	1.78	2.3	4.8
C16 : 0	19.1	22.7	25.0
C16 : 1 ω 7 *	17.2	18.7	5.7
C18 : 0	4.0	3.2	6.8
C18 : 1 ω 9	25.9	25.5	15.4
C18 : 2 ω 6	3.0	1.2	12.9
C18 : 3 ω 3	1.0	0.1	0.9
C20 : 1 ω 9	2.3	3.2	ND
C20 : 4 ω 6	1.9	2.8	2.4
C20 : 5 ω 3	18.1	12.5	18.1
C22 : 5 ω 3	4.9	7.2	6.8
C22 : 6 ω 3/C18 : 2 ω 6	1.63	6.0	0.53

* : 脂肪酸表示法 A: B ω C

A: 碳原子数 B: 双键数 C: 从烷基端数第一个双键位置

* Fatty acid expression: A: B ω C

A: Carbon numbers B: Double bond numbers

C: The first double bond position counted from alkyl end

由表 1 可见,对虾的脂肪酸组成模式中,无论是海捕的或人工养殖的对虾都含有丰富的 ω -3 系列高度不饱和脂肪酸,这与其它海洋甲壳类的组成相类似^[4,9]。但与海捕虾相比较,人工养殖对虾的组织器官的脂肪中含有较高量的亚油酸及较低量的二十二碳六烯酸(DHA);海捕虾的 DHA/亚油酸的比率大于人工养殖虾的 DHA/亚油酸的比率。表 2 所示的海捕亲虾卵与人工养殖亲虾卵的脂肪酸组成比较中亦有类似的组成差别。

讨 论

从表 1 结果可见,对虾的脂肪酸组成中含有丰富的 ω -3 系列高度不饱和脂肪酸,这与其它海洋甲壳类的脂肪酸组成相类似。Castell (1979)发现,与陆生动物不同,鱼类含有较少的饱和脂肪酸和较多的高度不饱和脂肪酸。而淡水鱼和海水鱼的脂肪酸组成的差别在于淡水鱼含有较高量的 ω -6 不饱和脂肪酸,海水鱼含有较高量的 ω -3 不饱和脂肪酸; ω -6/ ω -3 的平均比例,淡水鱼为 0.37,海水鱼为 0.16^[3],对虾为 0.20~0.24^[1],介于海水鱼类和淡水鱼类之间,而与其它海洋甲壳类近似。与海洋鱼类的脂肪酸组成的另一差别在于对虾脂

肪中 EPA(二十碳五烯酸)的含量高于 DHA 的含量;而绝大部分海洋鱼类的脂肪中 DHA 的含量高于 EPA 的含量,因此海洋鱼类的鱼油、肌肉等都是丰富的 DHA 来源。

表 1、表 2 所示结果显示了海捕与人工养殖对虾脂肪酸组成的差异。国外一些研究报告说明,生态环境、所摄食物及生理状况会对鱼体的脂肪酸组成产生影响。Ota 和 Atakagi^[7]发现一些有降海回游或溯江回游习性的鱼类,它们的高度不饱和脂肪酸的组成比例亦随之而变,例如香鱼在它从海洋向淡水河流迁徙的一个月中,鱼体脂肪酸组成的 $\Sigma\omega 6/\Sigma\omega 3$ 从 0.14 变至 0.30,因此可以认为细胞膜结构中含有高水平的 $\omega-3$ 长链不饱和脂肪酸是鱼类在海水中生活所必需的,除了盐度这一因素,还有环境温度也会影响鱼体的脂肪酸组成,尤其是高度不饱和脂肪酸的含量。Castell^[8]和 Hepher^[5]的研究表明,生态环境温度越低,鱼体脂肪中的长链不饱和脂肪酸的含量越高,因为鱼体内脂肪酸的链长及不饱和度增加,就能在较低温度下维持细胞膜的弹性和韧性。另外,有研究表明,鱼体的脂肪酸组成也受水的深度和压力的影响;不同的季节、不同的生理状况(繁殖期或生长期)也可以造成体内脂肪酸组成的变化。饲料的脂肪对鱼体的脂肪酸组成有明显的影响,Stickney 和 Andrews^[9]研究报道了他们用牛油和鲱鱼油为脂肪源的饵料投喂沟鲈,发现整个鱼体脂肪的脂肪酸组成和饵料脂肪的脂肪酸组成相近似。

从本实验的结果看,海捕虾和人工养殖虾的脂肪酸组成的差别也是由于它们的生态环境和所摄食物的不同所造成的。但对于本实验所取之研究材料来说,海捕亲虾和人工养殖亲虾所处的环境因素如盐度、温度、季节及生理状况等较为近似,因而本实验中所显示的脂肪酸组成的差异主要由于所摄食物的不同所造成。从人工养殖越冬亲虾暂养期间所喂之蛤肉的脂肪酸组成(表 2)可见,蛤肉含有较高的亚油酸含量及较低的 DHA 含量,与暂养后的亲虾各组织器官的脂肪酸组成的特点相似,同样也影响了所产虾卵的脂肪酸组成;而在许多养虾场使用的人工合成饵料,原料成分中多含有豆饼粕,花生饼粕等含有较高亚油酸的饲料源,同样也影响并造成了养殖虾脂肪酸组成中含有较高量亚油酸、较低量 DHA 的特点。海捕虾因生活在海洋自然环境中,主要摄食海洋中的底栖虾类、小型甲壳类、其它无脊椎动物幼体及硅藻等,而这此海洋动植物都含有丰富的 $\omega-3$ 长链不饱和脂肪酸,因此使海捕虾的脂肪酸组成中亦含有丰富的 DHA、EPA、及低含量的亚油酸。

从海捕和人工养殖对虾的脂肪酸的分析和差异可见,饵料中脂肪的脂肪酸组成对对虾体的脂肪酸组成有明显的影响,同样对对虾的生长也会产生一定的影响。一般来说,人工养殖的对虾从生长和体长、体重方面都逊于自然海洋环境中生长的海捕对虾,除了其它环境条件外,饵料是一个重要影响因素,从对虾属的脂类营养生理研究表明, $\omega-3$ 系列长链高度不饱和脂肪酸是组成细胞膜的必不可少的成分,而对虾本身又缺乏合成这些脂肪酸的能力,因此对虾必须从外界摄入足量的 $\omega-3$ 系列长链不饱和脂肪酸才能满足它生长及繁殖的需要。在海洋自然环境中,如上所述,对虾能从所摄食物中得以满足其正常生长和繁殖的需要,在人工养殖条件下所喂饵料不同是造成对虾生长差别的重要因素,为了提高人工养殖对虾的质量和产量,必须按照对虾的营养生理需要来配制饲料,根据对虾脂肪酸营养需要的特点,在饲料中添加富含 $\omega-3$ 长链高度不饱和脂肪酸,特别是富含 DHA 的脂肪源,或掺喂一些富含 DHA 的低值海洋动植物将是提高人工养殖对虾产量和质量的有效途径。

参 考 文 献

- [1] 季文娟、徐学良,1992。中国对虾卵果发育过程中脂肪酸组成的分析及比较研究。海洋水产研究,(13):7-12。

- [2] Bligh E. G. and Dyer W. J. 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.* 37: 911—917.
- [3] Castell J. D. 1979. Review of lipid requirements of finfish. *Finfish nutrition and fish feed technology*. Schriften BFF Hamburg/ Germany, 14/15(2):59—84.
- [4] Gopakumar K. and Nair M. R. 1975. Lipid composition of five species of indian prawn. *J. Sci. Fd. Agric.* 26:319—325.
- [5] Hepher B. 1988 *Nutrition of pond fishes*. Cambridge Univ. press, Cambridge/U. K.
- [6] Maeda Y. et al. 1987. Sample analysis method for fatty acid in food samples. *J. Food Hygiene Soc. Jap.* 28(5): 384—389.
- [7] Ota T. and Atakagi T. 1977. A comparative study on the lipid class composition and fatty acid composition of sweet smelt *plecoglossus altivelis*. *Bull. Fac. Fish. Hakkaido Univ.* 28(1):47—56.
- [8] Stickney R. R. and Andrews J. W. 1972. Effects of dietary lipids on growth, food conversion and lipid and fatty acid composition of catfish. *J. Nutrition*, 102:249—258.
- [9] Teshima S. Kanazawa A. and Okamoto H. 1976. Analysis of fatty acids of some crustaceans. *Mem. Fac. Fish., Kagoshima Univ.* 25(1):41—46.
- [10] Xu Xinzhang and Li Aijie. 1989. Studies on the daily requirements and optimum protein, carbohydrate, fiber and fat content in compound diet of *Penaeus orientalis*. *Marine Science*, Vol. 1, 2, 139—146.
- [11] Yu T. C. and Shinnhuber R. O. 1977. Effect of dietary n—3 and n—6 fatty acids on growth and feed conversion efficiency of coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). *Aquaculture*, 16:31—38.

A COMPARATIVE STUDIES ON FATTY ACID COMPOSITIONS OF WILD AND CULTURED SHRIMP (*PENAEUS CHINENSIS*)

Ji Wenjuan

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

ABSTRACT Hepatopancreas, muscle, ovary and egg of shrimp were analysed for fatty acid compositions using gas chromatography. Comparisons were made between wild and cultured chinese shrimp (*Penaeus chinensis*). Results show that there are large proportions of ω —3 polyunsaturated fatty acids in the fatty acid compositions of either wild or cultured shrimp. But compared with wild shrimp, there are higher proportion of linoleic acid and lower proportion of DHA in the fatty acid compositions of cultured shrimp. The difference is caused by different kind of food taken in and different ecological conditions. Baced on the fact that the DHA has the highest EFA value for chinese shrimp and there is the difference of fatty acid compositions between wild and cultured shrimp, it proves that the effective way to improve the shrimp quality and production in the artificial food some oils rich in ω —3 polyunsaturated fatty acids, especially DHA.

KEYWORDS *Penaeus chinensis*, Wild shrimp, Cultured shrimp, Essential fatty acid