

野生对虾与养殖对虾脂肪酸组成和含量的比较^①

李荷芳 郝 斌 王辉亮 刘发义 梁德海

(中国科学院海洋研究所, 青岛 266071)

收稿日期 1991年9月13日

关键词 脂肪酸, 野生对虾, 养殖对虾

提要 野生中国对虾(*Penaeus chinensis*)脂肪酸的组成类似于其他的海洋动物, 即雌、雄虾的肝胰脏和肌肉中, 棕榈酸(16:0)和 n-3 族高不饱和脂肪酸(如 20:5 n-3 和 22:6 n-3)占优势。野生虾体内含有的脂肪酸种类, 尤其是高不饱和脂肪酸的种类多于养殖虾。野生虾肝胰脏中主要脂肪酸为 16:0(20.0~22.5%), 18:0(2.5~2.9%), 18:1 n-9(12.3~14.0%), 18:2 n-6(2.4~2.6%), 20:5 n-3(6.1~6.6%) 和 22:6 n-3(7.1~7.5%)。肌肉中的主要脂肪酸种类大致与肝胰脏中相同。养殖虾中除了 18:2 n-6(6.3~13.0%)高于和 16:1(3.6~4.2%)低于野生虾外, 其余的基本类似。野生虾比养殖虾有较高水平的 n-3 族和较低水平的 n-6 族不饱和脂肪酸, 且野生虾 n-3/ n-6 族脂肪酸的比率同样大于养殖虾。

野生对虾与人工养殖对虾在脂肪酸组成、含量, 尤其是在 n-3 族高不饱和脂肪酸的组成、含量上是否有差异, 研究这种差异, 寻求营养线索, 以进一步改善饵料质量, 提高养殖对虾的营养价值, 很有意义。为此, 本文对野生对虾及养殖对虾的脂肪酸组成、含量进行了分析, 发现它们之间确实有明显的差异。

1 材料和方法

1.1 样品的采集

野生对虾样品于 1989 年 10 月中旬购自青岛胶州湾。雌虾体长为 17.6~20.0cm, 体重 67~100g; 雄虾体长 15~16cm, 体重 39.1~46.3g, 雌、雄各取 5 尾。养殖对虾于 1989 年 8 月下旬取自黄

^① 国家自然科学基金资助项目。

岛养虾场,然后在实际水体为 1.2m×0.8m×0.7m 的水族箱内用人工配合饵料或蛤蚧饲喂,在常流水、通气的条件下养殖至 9 月中旬(共喂 20d),养殖虾体长为 8.2cm 左右,体重 6.5g 左右,各取 7 尾。

1.2 样品处理

材料采集后立即解剖,合并相同部位。采用甲醇-氯仿研磨浸泡法提取脂类,然后用甲醇-氢氧化钾室温脂化法制得脂肪酸甲酯混合液供气相色谱分析用。

表 1 对虾肝胰脏脂质脂肪酸组成

Tab. 1 Fatty acid composition in hepatopancreas of prawn

脂肪酸	对虾肝胰脏脂质脂肪酸(%)			
	野生雄虾	野生雌虾	人工饵养殖虾	蛤蚧饵养殖虾
14:0	3.1	2.9	3.1	1.8
15:0	2.2	1.8	0.7	1.5
16:0	22.5	20.0	33.3	33.5
17:0	2.4	2.2	0.8	2.2
18:0	2.5	2.9	6.4	8.6
21:0	/	3.7	/	/
饱和脂肪酸	32.7	33.5	44.3	47.6
14:1	1.5	1.3	0.5	/
15:1	1.3	1.2	/	0.6
16:1	10.1	9.9	3.6	4.2
17:1	1.3	1.6	0.3	0.5
18:1 n-9	14.0	12.3	21.5	16.2
20:1 n-9	8.0	7.6	1.3	4.0
一烯酸	36.2	33.9	27.2	25.5
16:2	5.3	4.7	0.8	5.3
17:2	0.8	1.2	/	0.8
18:2 n-6	2.4	2.6	13.0	6.3
18:3 n-6	1.4	1.7	/	0.5
18:3 n-3	/	0.5	/	/
20:2 n-6	1.0	1.2		1.9
20:3 n-6	3.4	0.4	1.3	2.1
20:5 n-3	6.1	6.6	5.6	3.2
22:3 n-9	1.2	1.2	/	/
22:4 n-6	1.1	1.2	/	/
22:5 n-6	1.0	1.2	/	/
22:6 n-3	7.1	7.5	6.9	5.3
多烯酸	30.8	30.0	27.6	25.4
n-3 族多烯酸	13.2	14.6	12.5	8.5
n-6 族多烯酸	10.3	8.3	14.3	10.8
(n-3)/(n-6)	1.28	1.76	0.87	0.79

1.3 分析测定

用 Fractorp 2200 型气相色谱仪测定脂肪酸甲酯混合物。用标准脂肪酸甲酯进行定性分析, 鉴定脂肪酸组分; 用 C-RIB 微处理机按归一化法计算脂肪酸组分百分含量(以脂肪酸总量%表示)。GC 色谱条件为, 检测器: 采用火焰电离检测器; 色谱柱: $\phi 4\text{mm} \times 3\text{m}$; 固定相: 8% DEGS, 80~100 目酸洗过的 Chrommosorb W.; 氮气流速 50ml/min, 氢气压力 0.8kg/cm², 空气压力 1.1kg/cm²; 温度: 柱温 210℃; 检测器 270℃, 进样口温度 270℃。

2 结果与讨论

野生雄虾和雌虾及用人工配合饵料或蛤蚧饲喂的养殖对虾肝胰脏、肌肉脂质中脂肪酸的组成见表 1 和表 2。

表 2 对虾肌肉脂质脂肪酸组成

Tab. 2 Fatty acid composition in muscle of prawn

脂肪酸	对虾肌肉脂质脂肪酸(%)			
	野生雄虾	野生雌虾	人工饵养殖虾	蛤蚧饵养殖虾
14:0	1.3	1.1	0.6	0.9
15:0	1.1	1.0	0.4	0.7
16:0	21.3	15.4	20.0	22.4
17:0	3.0	1.6	0.5	/
18:0	11.5	6.0	6.0	7.5
饱和脂肪酸	38.2	25.1	27.5	31.5
15:1	0.4	0.3	/	/
16:1	8.1	13.6	4.4	5.2
17:1	0.9	0.6	/	/
18:1 n-9	17.7	21.9	23.4	23.7
20:1 n-9	/	1.9	/	2.1
一烯酸	27.1	38.3	27.8	31.0
16:2	1.8	2.8	/	0.5
18:2 n-6	3.2	2.3	20.1	13.0
18:3 n-6	/	/	/	1.0
20:2 n-6	/	0.6	/	0.9
20:3 n-6	6.6	5.9	4.2	4.5
20:5 n-3	12.3	15.8	13.0	9.7
22:6 n-3	10.6	10.6	6.9	7.4
多烯酸	34.5	38.0	44.2	37.0
n-3 族多烯酸	22.9	26.4	19.9	17.1
n-6 族多烯酸	9.8	8.8	24.3	19.4
(n-3)/(n-6)	2.34	3.00	0.82	0.88

2.1 脂肪酸的种类

2.1.1 无论是野生对虾还是养殖对虾,肝胰脏脂质中脂肪酸的种类多于肌肉中的;

2.1.2 野生对虾肝胰脏和肌肉脂质中的脂肪酸种类多于养殖对虾;

2.1.3 养殖对虾中,由于饲料的不同,对虾肝胰脏、肌肉脂质中脂肪酸的种类有所差别,这说明饲料可能直接影响到对虾体内脂肪酸的组成。

2.2 脂肪酸的含量

野生对虾肝胰脏脂质中雄虾和雌虾饱和脂肪酸的含量基本相近(雄虾为 32.7%,雌虾为 33.5%),雄虾不饱和脂肪酸的含量略高于雌虾(雄虾为 67%,雌虾为 63.9%);人工饵或蛤蜊饲喂的养殖对虾肝胰脏脂质中饱和脂肪酸的含量分别为 44.3%和 47.6%,不饱和脂肪酸的含量分别为 54.8%和 50.9%。据此,野生对虾肝胰脏中饱和脂肪酸的含量低于养殖对虾,而不饱和脂肪酸的含量高于养殖对虾。在肌肉脂质中,养殖对虾饱和脂肪酸的含量略高于野生雌虾,而野生雌虾不饱和脂肪酸的含量高于养殖对虾。

2.3 n-3,n-6 族高不饱和脂肪酸的含量

野生对虾肌肉,肝胰脏脂质中 n-3 族高不饱和脂肪酸高于人工养殖对虾。养殖对虾 n-6 族不饱和脂肪酸的含量高于野生对虾。n-3/n-6 族脂肪酸的比率,野生雄、雌对虾的肌肉、肝胰脏中分别为 2.34,3.00 及 1.28,1.76;人工饵养殖虾、蛤蜊饵养殖虾的肌肉、肝胰脏中分别为 0.82,0.88 及 0.79,0.87,野生对虾高于养殖对虾。可以看出野生对虾肌肉和肝胰脏中具有高含量的 n-3 族不饱和脂肪酸和低含量的 n-6 族不饱和脂肪酸,而养殖对虾则反之,具有高含量的 n-6 族和低含量的 n-3 族不饱和脂肪酸。

2.4 养殖对虾和野生对虾脂肪酸组成的主要异同处

2.4.1 主要相同处 人工养殖对虾和野生对虾脂肪酸组成中棕榈酸(16:0)是其主要的饱和脂肪酸(人工饵养殖虾、蛤蜊饵养殖虾肝胰脏、肌肉中分别为 33.3,33.5%及 20.0,22.4%;野生雄、雌对虾中分别为 22.5,20.0%及 21.3,15.4%);油酸(18:1 n-9)是其主要的-烯酸(人工饵养殖虾、蛤蜊饵养殖虾,肝胰脏、肌肉中分别为 21.5,16.2%及 23.4,23.7%,野生雄、雌对虾分别为 21.3,15.4%及 17.7,21.9%);脂质中的主要多烯酸为二十碳五烯酸(20:5 n-3)和二十二碳六烯酸(22:6 n-3)。

2.4.2 主要不同处 在 16:1 水平上野生对虾高于养殖对虾;在 18:2 n-6 水平上养殖对虾远高于野生对虾;在 n-3 族高不饱和脂肪酸的水平上野生对虾高于养殖对虾,而在 n-6 族不饱和脂肪酸的水平上养殖对虾又高于野生对虾。据此,养殖对虾与野生对虾相比具有较低水平的 16:1 和高水平的 18:2 n-6,尤其是 18:2 n-6 的量远高于野生对虾,这可能与环境及人工饵中主要含有富含亚油酸(18:2 n-6)的植物性饲料成分有关。

2.5 中国对虾与其他种对虾相比其主要脂肪酸组成上的异同点

中国对虾、日本对虾^[2]和斑节对虾^[7]主要脂肪酸组成见表 3。

2.5.1 主要相同点 中国对虾、日本对虾和斑节对虾脂质中脂肪酸组成的主要成分均为棕榈酸(16:0),十六碳-烯酸(16:1),油酸(18:1 n-9),二十碳五烯酸(20:5 n-3),二十二碳六烯酸(22:6 n-3)及 n-3 族高不饱和脂肪酸的含量高于 n-6 族不饱和脂肪酸。

2.5.2 主要差别 中国对虾与日本对虾和斑节对虾脂质中脂肪酸组成的主要差别在 16:1 水平上,中国对虾含量较高,日本对虾次之,而斑节对虾较低;20:4 n-6 在中国对虾体内未检出,日本对虾中含有 3.3%,而斑节对虾含量较高;20:1 n-9 在中国对虾肝胰脏脂质中含量较高,肌肉中含

量较低,在日本对虾中含量较高,而在斑节对虾中则含量很低(0.7%)。中国对虾、日本对虾和斑节对虾在 16:1,20:4 n-6 和 20:1 n-9 的含量上有差别,这可能是它们所处的环境,所食的饵料不同而致使不同种的对虾具有不同的脂肪酸合成能力。对虾类与鱼类及其他海洋变温动物一样,它们所含的不饱和脂肪酸的不饱和程度可能主要是为了适应环境温度^[1]。

表 3 中国对虾、日本对虾、斑节对虾主要脂肪酸的比较

Tab. 3 Comparison of the levels of the fatty acids of *P. chinensis*, *P. japonicus* and *P. monodon*

脂肪酸	中国对虾野生				日本对虾整体虾 ^[2]		斑节对虾 ^[7] 野生	
	肌肉		肝胰脏		雄	雌	肌肉	头
	雄	雌	雄	雌				
14:0	1.3	1.1	3.1	2.9	2.4	1.8	0.7	0.9
16:0	21.3	15.4	22.5	20.0	15.4	16.1	13.0	16.0
16:1	8.1	13.6	10.1	9.9	6.9	8.3	5.3	5.6
18:0	11.5	6.0	2.5	2.9	6.5	6.2	13.2	12.5
18:1 n-9	17.7	21.9	14.0	12.3	9.0	11.3	8.4	10.1
18:2 n-6	3.2	2.3	2.4	2.6	2.0	1.5	1.9	1.8
18:3 n-3	/	/	/	0.5	0.4	0.5	0.6	0.4
20:1 n-9	/	1.9	8.0	7.6	7.9	5.4	0.7	0.7
20:4 n-6	/	/	/	/	3.3	3.3	12.9	12.8
20:5 n-3	12.3	15.8	6.1	6.6	13.1	12.7	13.6	12.5
22:6 n-3	10.6	10.6	7.1	7.5	7.6	10.6	15.5	12.8

综上所述,中国对虾与日本对虾及斑节对虾的主要脂肪酸组成与其它海洋动物相类似,即棕榈酸(16:0)是其主要的饱和脂肪酸;中国对虾肌肉、肝胰脏中 n-3 族占优势,象蟹一样,它也富含二十碳五烯酸(20:5 n-3)和二十二碳六烯酸(22:6 n-3);中国对虾与其他海洋动物一样极少含有或几乎不会有亚麻酸(18:3 n-3),据此可以认为亚麻酸可能不含在其器官组织中保留,它也可能迅速作为能量被利用或转化为高不饱和脂肪酸。

亚油酸(18:2 n-6)、亚麻酸(18:3 n-3)、二十碳四烯酸(20:4 n-6)、二十碳五烯酸(20:5 n-3)及二十二碳六烯酸(22:6 n-3)等高不饱和脂肪酸不能在体内合成,只能从食物中获得,此类脂肪酸被称为必需脂肪酸。金泽沼等发现亚油酸(18:2 n-6)、亚麻酸(18:3 n-3)可促进对虾的生长,且亚麻酸优于亚油酸^[3];他又发现二十碳五烯酸(20:5 n-3)和二十二碳六烯酸(22:6 n-3)对日本对虾具有比亚油酸、亚麻酸更高的促生长效果;n-3 系列不饱和脂肪酸比 n-6 系列效果更好^[4,6]。日本对虾可以利用亚麻酸合成高不饱和脂肪酸 20:5 n-3 和 22:6 n-3,它的合成能力较虹鳟差,属中等^[5]。从上面一些研究中基本上可以得出 n-3 族不饱和脂肪酸无论在促进对虾生长的效果上,还是在其营养价值上都是极可取的。但从我们测出的养殖对虾脂质中 n-3 族的含量低于野生对虾,今后有必要进一步研究如何提高养殖对虾体内 n-3 族不饱和脂肪酸的含量,以期提高其营养价值。

参考文献

- [1] Bell, M. V., R. J. Henderson and J. R. Sargent, 1986. The role of polyunsaturated fatty acids in fish. *Comp. Biochem. Physiol.* 83 B(4): 711-719.

- [2] Guary, J., Kayama, M. and Murakami, Y., 1974. Lipid class distribution and fatty acid composition of prawn. *Penaeus japonicus* Bate. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.*, **40**(10):1 027-1 032.
- [3] Kanazawa, A., Tokiwa, S., Kayama, M. and Hirata, M., 1977. Essential Fatty Acids in the Diet of Prawn-I Effects of Linoleic and Linolenic Acids on Growth. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.*, **43**(9):1111-1114.
- [4] Kanazawa, A., Teshima, S., Tokiwa, S., Kayama, M. and Hirata, M., 1979. Essential Fatty Acids in the Diet of Prawn-II Effect of Docosahexaenoic Acid on Growth. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.*, **45**(9):1151-1153.
- [5] Kanazawa, A., Teshima, S. and Ono, K., 1979. Relationship Between Essential Fatty Acid Requirements of Aquatic Animals and the Capacity for Bioconversion of Linolenic Acid to Highly Unsaturated Fatty Acid. *Comp. Biochem. Physiol.* **63B**:295-298.
- [6] Kayama, M., Hirata, M., Kanazawa, A., Tokiwa, S. and Saito, M., 1980. Essential Fatty Acids in the Diet of Prawn-II Lipid Metabolism and Fatty Acids in the Diet of Prawn-III Lipid Metabolism and Fatty Acid Composition. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.*, **46**(4):483-488.
- [7] O'Leary, C. D. and Matthews, A. D., 1990. Lipid class distribution of wild and farmed prawn, *Penaeus monodon* (Fabricius). *Aquaculture*, **88**(1):65-81.

COMPARISON OF THE COMPOSITION AND CONTENTS OF THE FATTY ACIDS OF WILD AND CULTURED PRAWN, *PENAEUS CHINENSIS*

Li Hefang, Hao Bin, Wang Huiliang, Liu Fayi and Liang Dehai

(*Institute of Oceanology, Academia Sinica, Qingdao, 266071*)

Received: Sep. 13, 1991

Key Words: Fatty acids, Wild prawn, Cultured prawn

Abstract

The fatty acid composition of prawn (*Penaeus chinensis*) was similar to that in other marine animals, palmitic acid (16:0) and n-3 polyunsaturated fatty acids (20:5n-3, 22:6n-3) predominating in both male and female. The major fatty acids of the hepatopancreas of wild *P. chinensis* were 16:0 (20.0-22.5%), 16:1 (9.9-10.1%), 18:0 (2.5-2.9%), 18:1n-9 (12.3-14.0%), 18:2n-6 (2.4-2.6%), 20:5n-3 (6.1-6.6%) and 22:6n-3 (7.1-7.5%). Muscle had almost the same profile. Cultured *P. chinensis* major fatty acids were similar except that levels of 18:2n-6 (6.3-13.0%) were higher and 16:1 (3.6-4.2%) lower. It was found that wild prawn had higher levels of n-3 and lower levels of n-6, unsaturated fatty acids but the cultured one had lower levels of n-3 and higher levels n-6. The n-3/n-6 ratio of the wild prawn was also higher than that of the cultured one.