

海水养殖和低盐养殖凡纳滨对虾脂肪酸分析比较

梁萌青¹ 王士稳² 韩庆炜³ 王家林¹ 常 青¹

(¹ 中国水产科学研究院黄海水产研究所, 青岛 266071)

(² 国家质检总局进出口食品安全局, 北京 100088)

(³ 大连水产学院生命科学与技术学院, 116023)

摘要 对饲喂同一种配合饲料分别在海水及低盐水体中饲养的凡纳滨对虾 *Litopenaeus vannamei* 肌肉及肝胰脏的脂肪酸组成进行了分析比较。结果显示, (1) 海水养殖凡纳滨对虾肌肉中的多不饱和脂肪酸(PUFA)和总含量低于低盐养殖凡纳滨对虾($P < 0.05$), 而单不饱和脂肪酸(MUFA)总含量高于低盐养殖凡纳滨对虾($P < 0.05$), 二者的饱和脂肪酸总量(SAFA)无显著差异($P > 0.05$)。海水养殖凡纳滨对虾肌肉中 $\omega 3$ 系列脂肪酸总量显著低于低盐养殖对虾($P < 0.05$), 而 $\omega 6$ 系列脂肪酸总量显著高于低盐养殖凡纳滨对虾($P < 0.05$), $\omega 3/\omega 6$ 比率海水养殖凡纳滨对虾显著低于低盐养殖对虾($P < 0.05$)。 (2) 海水养殖凡纳滨对虾肝胰脏中多不饱和脂肪酸(PUFA)、单不饱和脂肪酸(MUFA)和饱和脂肪酸(SAFA)总含量均显著高于低盐养殖凡纳滨对虾($P < 0.05$)。海水养殖凡纳滨对虾肝胰脏中 $\omega 3$ 系列脂肪酸总量显著高于低盐养殖凡纳滨对虾($P < 0.05$), 而 $\omega 6$ 系列脂肪酸显著低于低盐养殖对虾($P < 0.05$), $\omega 3/\omega 6$ 比率海水养殖凡纳滨对虾显著高于低盐养殖对虾($P < 0.05$)。

关键词 凡纳滨对虾 低盐 海水 脂肪酸组成

中图分类号 Q591; Q959.223

文献标识码 A

文章编号 1000-7075(2009)01-0087-05

The difference of the fatty acid composition in muscle and hepatopancreas of *Litopenaeus vannamei* cultured in sea water and low salinity water

LIANG Meng-qing¹ WANG Shi-wen²

HAN Qing-wei³ WANG Jia-lin¹ CHANG Qing¹

(¹ Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao 266071)

(² Bureau of Import and Export Food Safety, General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China, Beijing 100088)

(³ School of Life Science and Technology, Dalian Fisheries University, 116023)

ABSTRACT The fatty acid composition in muscle and hepatopancreas of *Litopenaeus vannamei* cultured in sea water and low salinity water respectively with the same kind of feed were analyzed. The results showed that, (1) in muscle, the total PUFA contents were significantly higher on *Litopenaeus vannamei* cultured in sea water than that cultured in low salinity water, however the total MUFA contents were significantly lower on *Litopenaeus vannamei* cultured in

国家自然科学基金项目(30471341)和青岛市科技攻关项目(02-2-k-hh-65)共同资助

收稿日期:2007-10-07;接受日期:2007-11-27

作者简介:梁萌青(1963-),女,研究员,主要从事水产动物营养与饲料研究。E-mail:liangmq@ysfri.ac.cn;Tel:(0532)85822914

sea water than that cultured in low salinity water, no significant differences were found on total SAFA contents between the two treatments ($P > 0.05$). The total ω_3 fatty acid contents were lower ($P < 0.05$) and total ω_6 fatty acid contents were significantly higher ($P < 0.05$) on seawater-cultured ones, the ω_3/ω_6 rate was significantly lower on seawater-cultured ones ($P < 0.05$); (2) in hepatopancreas, the total PUFA, MUFA and SAFA contents were significantly higher on *Litopenaeus vannamei* cultured in sea water, comparing with the low salinity-water-cultured ones, the total ω_3 fatty acid contents were significantly higher ($P < 0.05$) and total ω_6 fatty acid contents were significantly lower ($P < 0.05$) on sea water-cultured ones, the ω_3/ω_6 rate was significantly higher on seawater-cultured ones ($P < 0.05$).

KEY WORDS *Litopenaeus vannamei* Low salinity Seawater
Fatty acid composition

脂质是食品中的重要组分之一,经常造成食品气味的差别,并影响食品的质地。各种海产动物脂肪含量相差很大,最低含量低于0.5%,最高含量超过15%,随季节、栖息的环境、动物体不同组织部位、天然品种和养殖品种而有所差异(鸿巢章二等 1994)。与淡水生物和陆生动物相比,海产动物体内的脂质成分组成有以下特征:(1)脂肪酸种类多;(2)构成脂质的脂肪酸不饱和程度高,并且含量较高;(3)和大多数动物油脂中以 ω_6 系列脂肪酸为主不同,水产动物油脂中以 ω_3 系列脂肪酸占优势,这类 ω_3 系列脂质其营养价值和药用价值均引起人们的重视(Stans *et al.* 1979)。从食品化学角度看,脂质对风味影响较大,已经证明它是决定牛肉、羊肉和猪肉不同风味的基础。由于虾肉脂质含量低,它对虾肉质地的影响是有限的(须山三千三等 1992)。

甲壳类动物与脊椎动物不同,甲壳类动物其本身不能合成固醇类化合物,为了保证其生长发育,它需要从饵料中摄取胆固醇或其他固醇类化合物(Kanaazawa *et al.* 1971; Teshima *et al.* 1978)。日本对虾在其养殖过程中,所需的脂质以及脂质在对虾体中的转移已有报道(Teshima *et al.* 1986)。有关日本对虾的必需脂肪酸和磷脂类化合物的营养研究表明,对虾肌肉脂质成分主要由磷脂和固醇类化合物组成(Teshima *et al.* 1973)。在不同的生长期及不同的组织部位,对虾所含的脂质数量、脂质成分组成、脂肪酸含量都不相同。如雌虾在卵巢成熟期,其卵巢中脂肪含量为5.5%~10%,肝胰腺中脂肪含量3.4%~12.7%,肌肉中脂肪含量为2.01%~2.38%,而雌虾肌肉中的脂肪酸组成,饱和脂肪酸主要有C14:0、C16:0、C18:0,不饱和脂肪酸有C16:1、C18:1 ω_9 、C18:2 ω_6 、C18:3 ω_3 、C20:1 ω_9 、C20:4 ω_6 、C20:5 ω_3 和C22:6 ω_3 ,其中高不饱和脂肪酸C20:5 ω_3 及C22:6 ω_3 含量较高(鸿巢章二等 1994)。Gurry等(1974)对日本对虾的卵巢、肝胰腺和肌肉的脂质成分进行了分析。结果表明,肝胰腺和卵巢的脂质成分主要是甘油酸酯,而肌肉中主要为胆固醇和磷脂,脂肪酸中 ω_3 多不饱和脂肪酸高达46%。Krzynawek等(1989)研究了几种虾的可食部分中的胆固醇含量及脂肪酸含量,结果发现各种虾的可食部分的脂肪含量均低于1%,胆固醇含量在 152 ± 18 mg/100 g。虾体肉中的脂质含量随季节、大小及蜕皮周期而异,这种差异在肝胰腺中表现显著,而在肌肉中表现不显著。已知饲料中的脂肪酸组成与动物的生理功能密切相关(Craig *et al.* 1995; Higgs *et al.* 2000; Simandle *et al.* 2001; Hochachka *et al.* 2002; Sargent *et al.* 2002)。

凡纳滨对虾 *Litopenaeus vannamei* 是美洲重要的养殖对虾品种之一,它具有生长快、抗病力强和适应高密度工厂化养殖等优点,中国科学院海洋研究所张伟权教授于1987年将其引进我国。凡纳滨对虾为广盐性虾类,盐度变化对其存活和生长的影响受到人们的广泛重视,但有关盐度变化对凡纳滨对虾体内及肝胰腺脂肪酸含量的影响报道较少。本研究分析海水养殖及低盐养殖对凡纳滨对虾肌肉和肝胰腺中脂肪酸组成的差异,以期科学评价对虾的品质提供科学依据。

1 材料与方 法

1.1 实验对虾来源

取同一育苗场孵育的凡纳滨对虾苗,分别饲养于盐度为 30 海水(青岛胶南)和 0.5~1.5 低盐(青岛蓝村)水体中,两类对虾均为池塘养殖,养殖期间均用海跃牌对虾配合饲料饲养。海水养殖凡纳滨对虾的平均体长 12.2 cm,低盐养殖凡纳滨对虾的平均体长 11.8 cm。

1.2 脂肪酸测定

1.2.1 脂质提取

分别取海水养殖和低盐养殖的凡纳滨对虾肌肉及肝胰脏各 10 g,均质,添加氯仿和甲醇(2:1),研磨后浸提 24~48 h,过滤后静置分层,用泵抽去上层液,将下层氯仿液通过无水硫酸钠过滤到干燥的烧瓶中,蒸去大部分氯仿。

1.2.2 脂肪酸甲酯化

取含有约 50 mg 脂肪的上述氯仿液置于 10 ml 容量瓶中,通入 N_2 吹至近干,加入 2 mol/L/ $NaOH-CH_3$ OH 溶液 1 ml,用力振摇 10 s。65 °C 水浴加热 2 min,待完全皂化后冷却,再加入 2 mol/L/ $NaOH-CH_3$ OH 溶液 1 ml,剧烈振摇,在 65 °C 水浴加热 1 min,使其甲酯化。然后加入 2 ml 石油醚和苯的混合液(1:1)提取甲酯,加蒸馏水使醚层上升,澄清后洗取上清液 1 ml,以 N_2 吹去大部分溶剂后进行分析测定。

1.2.3 脂肪酸分析

使用 GC-9A 气相色谱仪。色谱柱:玻璃柱 3 m× ϕ 3 mm,担体和填充液:15% DEGS 装在 ChromosorbW-AW(80-100 目)担体上。柱温:200 °C,进样口及检测器温度 250 °C,载体 N_2 55 ml/min,氢气 0.5 kg/cm²,空气 0.5 kg/cm²。脂肪酸定性和定量以 C14:0、C16:0、C16:1、C18:0、C18:1、C18:2、C20:4、C20:5 和 C22:6 为标准样品,以面积归一法得到每种组分的相对百分含量。

1.3 统计分析

所得数据采用 SASS11.0 软件包中的 *t* 检验,以 $P<0.05$ 作为差异显著水平。

2 结果与讨论

海水养殖和低盐养殖凡纳滨对虾肌肉脂肪酸组成分析如表 1。本实验通过对海水养殖和低盐养殖凡纳滨对虾肌肉脂肪酸分析确定,脂肪酸组成中饱和脂肪酸大部分为 C16:0 和 C18:0;单不饱和脂肪酸主要是 C16

表 1 海水和低盐养殖凡纳滨对虾肌肉脂肪酸分析(%)

Table 1 The fatty acid composition in muscle of *L. vannamei* cultured in seawater and low salinity water (%)

脂肪酸 Fatty acid	肌肉 Muscle	
	海水养殖对虾 Shrimp cultured in seawater	低盐养殖对虾 Shrimp cultured in low salinity water.
14:0	0.81±0.25 ^a	1.48±0.35 ^b
16:0	20.02±0.28 ^a	19.6±0.17 ^a
16:1	1.71±0.31 ^a	2.34±0.24 ^b
18:0	9.20±0.58 ^a	10.81±0.62 ^b
18:1	24.19±1.42 ^b	16.79±1.58 ^a
18:2	10.87±0.69 ^b	8.31±0.94 ^a
20:1	0.51±0.02 ^b	0.35±0.03 ^a
20:4	2.15±0.28 ^a	3.86±0.36 ^b
20:5	11.47±0.32 ^a	14.58±0.45 ^b
22:6	12.31±0.26 ^b	10.61±0.21 ^a
SAFA	31.03±0.39 ^a	31.89±0.22 ^a
MUFA	26.41±0.56 ^b	19.48±0.28 ^a
PUFA	25.93±0.49 ^a	29.05±0.55 ^b
ω 3 总量	23.78±0.32 ^a	25.19±0.28 ^b
ω 6 总量	13.02±0.23 ^a	12.17±0.29 ^a
ω 3/ ω 6 比率	1.83±0.12 ^a	2.07±0.16 ^b
PUFA/SAFA	0.84±0.18 ^a	0.91±0.33 ^a

注:表中同一行数据中不同字母表示差异显著($P<0.05$),SAFA 为饱和脂肪酸; MUFA 为单不饱和脂肪酸;PUFA 为多不饱和脂肪酸

: 1 和 C18 : 1; 多不饱和脂肪酸大部分是 C20 : 4 ω 6, C20 : 5 ω 3 和 C22 : 6 ω 3, 这与 Sidwell(1976)分析海水虾的脂肪酸组成相似。

低盐养殖凡纳滨对虾肌肉的脂肪酸组成与海水养殖凡纳滨对虾肌肉的脂肪酸组成有明显不同, 其中饱和脂肪酸主要表现在低盐养殖凡纳滨对虾肌肉中 C14 : 0 和 C18 : 0 含量高于海水养殖对虾 ($P < 0.05$), 两类对虾肌肉中的 C16 : 0 含量无显著差异 ($P > 0.05$); 至于单不饱和脂肪酸, 海水养殖凡纳滨对虾肌肉中的 C16 : 1 的含量低于低盐养殖凡纳滨对虾 ($P < 0.05$), 而 C20 : 1 和 C18 : 1 的含量高于低盐养殖凡纳滨对虾 ($P < 0.05$); 对于高不饱和脂肪酸, 海水养殖凡纳滨对虾肌肉中的 C20 : 4 和 C22 : 6 的含量高于低盐养殖凡纳滨对虾 ($P < 0.05$), 而 C20 : 5 的含量低于低盐养殖凡纳滨对虾 ($P < 0.05$)。海水养殖凡纳滨对虾肌肉中的多不饱和脂肪酸 (PUFA) 显著低于低盐养殖凡纳滨对虾 ($P < 0.05$), 而单不饱和脂肪酸 (MUFA) 总含量显著高于低盐养殖凡纳滨对虾 ($P < 0.05$), 二者的饱和脂肪酸总量 (SAFA) 无显著差异 ($P > 0.05$)。海水养殖凡纳滨对虾肌肉中 ω 3 系列脂肪酸总量低于低盐养殖者 ($P < 0.05$), 而 ω 6 系列脂肪酸总量与低盐养殖凡纳滨对虾无显著差异 ($P > 0.05$), ω 3/ ω 6 比率海水养殖凡纳滨对虾低于低盐养殖者 ($P < 0.05$)。而黄凯(2004)在研究养殖水体盐度分别为 30、20、10、5、1 和 0 时对凡纳滨对虾肌肉脂肪酸含量的影响时发现, 随着盐度的降低, 对虾肌肉中的不同脂肪酸含量呈现下降趋势, 这与本实验的分析结果相反。从本实验的结果来看, 虽然海水养殖凡纳滨对虾肌肉中的 C22 : 6 的含量高于低盐养殖对虾, 但其他多不饱和脂肪酸 C20 : 5 和 C20 : 4 均低于低盐养殖对虾。通常海水养殖鱼类高不饱和脂肪酸含量高于淡水养殖鱼类(鸿巢章二等 1994), 本试验两类养殖凡纳滨对虾使用的饲料相同, 但海水养殖凡纳滨对虾肌肉的 C20 : 5 和 C20 : 4 含量却低于低盐养殖者, 海水养殖凡纳滨对虾肌肉的 C20 : 5 和 C20 : 4 含量低于低盐养殖对虾的原因有待进一步探讨。

海水养殖和低盐养殖凡纳滨对虾肝胰脏中脂肪酸分析结果见表 2。对于饱和脂肪酸, 肝胰脏中不同脂肪酸的含量差异主要表现在 C14 : 0 含量, 低盐养殖凡纳滨对虾显著高于海水养殖对虾 ($P < 0.05$), C16 : 0 的含量两类对虾无显著差异 ($P > 0.05$), 海水养殖凡纳滨对虾肝胰脏中 C18 : 0 含量显著高于低盐养殖对虾 ($P < 0.05$); 对于单不饱和脂肪酸, 海水养殖凡纳滨对虾肝胰脏中的 C16 : 1 的含量显著低于低盐养殖凡纳滨对虾 ($P < 0.05$), 而 C20 : 1 的含量显著高于低盐养殖凡纳滨对虾 ($P < 0.05$), 两类对虾的 C18 : 1 含量无显著差异 ($P > 0.05$); 对于多不饱和脂肪酸, 海水养殖凡纳滨对虾肝胰脏中的 C20 : 4、C22 : 4 和 C22 : 6 的含量与低盐

表 2 海水和低盐养殖凡纳滨对虾肝胰脏中脂肪酸分析 (%)

Table 2 The fatty acid composition in hepatopancreas of *L. vannamei* cultured in seawater and low salinity water

脂肪酸 Fatty acid	肝胰脏 Hepatopancreas	
	海水养殖对虾 Shrimp cultured in seawater	低盐养殖对虾 Shrimp cultured in low salinity water
14 : 0	0.56 ± 0.10 ^a	1.91 ± 0.18 ^b
16 : 0	19.6 ± 0.22 ^a	19.1 ± 0.30 ^a
16 : 1	4.32 ± 0.21 ^a	5.26 ± 0.18 ^b
18 : 0	5.22 ± 0.15 ^b	2.33 ± 0.25 ^a
18 : 1	26.21 ± 0.45 ^a	25.49 ± 0.68 ^a
18 : 2	0.22 ± 0.05 ^a	0.21 ± 0.02 ^a
20 : 1	3.32 ± 0.21 ^b	0.50 ± 0.12 ^a
20 : 4	0.89 ± 0.02 ^a	0.87 ± 0.01 ^a
20 : 5	5.39 ± 0.23 ^b	3.40 ± 0.35 ^a
22 : 4	0.56 ± 0.01 ^a	0.80 ± 0.03 ^b
22 : 6	6.41 ± 0.25 ^a	6.00 ± 0.32 ^a
SAFA	25.38 ± 0.52 ^b	23.34 ± 0.28 ^a
MUFA	33.85 ± 0.36 ^b	31.25 ± 0.29 ^a
PUFA	13.25 ± 0.27 ^b	11.07 ± 0.21 ^a
总 ω 3	11.80 ± 0.29 ^b	9.40 ± 0.31 ^a
总 ω 6	1.67 ± 0.15 ^a	1.88 ± 0.12 ^b
ω 3/ ω 6 比率	7.06 ± 0.24 ^b	5.00 ± 0.38 ^a
PUFA/SAFA	0.52 ± 0.05 ^a	0.47 ± 0.03 ^a

注: 表中同一行数据中不同字母表示差异显著 ($P < 0.05$), SAFA 为饱和脂肪酸; MUFA 为单不饱和脂肪酸; PUFA 为多不饱和脂肪酸

养殖凡纳滨对虾无显著差异($P>0.05$),而C20:5的含量显著高于低盐养殖凡纳滨对虾($P<0.05$)。肝胰脏中多不饱和脂肪酸(PUFA)、单不饱和脂肪酸(MUFA)和饱和脂肪酸(SAFA)总量,海水养殖凡纳滨对虾均显著高于低盐养殖凡纳滨对虾($P<0.05$)。海水养殖凡纳滨对虾肝胰脏中 $\omega 3$ 系列脂肪酸总量显著高于低盐养殖凡纳滨对虾($P<0.05$),而 $\omega 6$ 系列脂肪酸显著低于低盐养殖对虾($P<0.05$)。 $\omega 3/\omega 6$ 比率海水养殖凡纳滨对虾显著高于低盐养殖对虾($P<0.05$)。

参 考 文 献

- 鸿巢章二, 桥本周久著. 郭晓风, 周胜祥译. 1994. 水产利用化学. 北京: 中国农业出版社
- 须山三千三, 鸿巢章二著. 吴光洪, 洪玉菁, 张金亮译. 1992. 水产食品化学. 上海: 上海科学技术出版社, 118
- Ando, T., Kanazawa, A., and Teshima, S. 1977. Variation in the lipids of tissue during the molting cycle of prawn. Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish. 43:1 445~1 452
- Craig, S. R., Neill, W. H., and Gatlin, D. M. 1995. Effects of dietary lipid and environmental salinity on growth, body composition, and cold tolerance of juvenile red drum (*Sciaenops ocellatus*). Fish Physiol. Biochem. 14:49~61
- Gurry, E. H., Kayama, M., and Marakami, Y. 1974. Lipid class distribution and fatty acids composition of prawn (*Penaeus japonicus*) Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish. 40:127~134
- Higgs, D. A., and Dong, F. M. 2000. Lipid and fatty acids. In: Encyclopedia of Aquaculture. Edited by R. R. Stickney. John Wiley and Sons, New York, 476~496
- Hochachka, P. W., and Somero, G. N. 2002. Biochemical Adaptation. Oxford University Press, Oxford.
- Kanazawa, A., Tanaka, M., and Teshima, S. 1971. Cholesterol and fatty acids in several species of shrimp. Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish. 31:211~215
- Krzynawek, J., and Panunzic, L. J. 1989. Cholesterol and fatty acids in several species of shrimp. J. Food Sci. 234~237
- Pedraja, R. R. 1970. Changes of composition of shrimp and other marine animals during processing. Food Technol. 24:1 356~1 362
- Sargent, J. R., and Tocher, D. R., and Bell, J. G. 2002. The Lipids. In: Fish Nutrition. Third edition, Edited by J. E. Halver. Academic Press, San Diego, 185~257
- Simandle, E. T., Espinoza, R. E., Nussear, K. E., and Tracy, C. R. 2001. Lizards, lipids, and dietary links to animal function. Physiol. Biochem. Zool. 74:625~640
- Sidwell, V. D. 1976. Chemical and nutritive composition of shrimp. Proceedings of the first annual tropic and subtropic fisheries technical conference of Americas, 11:78
- Stans, M. E. 1979. Marine derived fatty acids or fish oil as raw material for fatty acids manufacture. J. Am. Oil Chem. Sci. 56:793~785
- Teshima, S., Kanazawa, A., and Kakuta, Y. 1986. Effects of dietary phospholipids on growth and body composition of the juvenile prawn. Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish. 52:159~167
- Teshima, S., and Kanazawa, A. 1973. Variation in lipid composition during ovarian maturation of the prawn. Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish. 49:957~1 003