

# 海水和淡水养殖南美白对虾脂质分析与比较 Comparision and Analysis of Lipid of *Penaeus vannamei* Cultured in the Seawater and the Freshwater

黄凯<sup>1</sup> 黄玉玲<sup>2</sup> 王武<sup>3</sup> 卢洁<sup>1</sup> 钟昌艳<sup>1</sup>  
Huang Kai Huang Yuling Wang Wu Lu Jie Zhong Changyan

(1. 广西大学 南宁 530004; 2. 广西水产研究所 南宁 530021;  
3. 上海水产大学 上海 200090)

(1. Guangxi Univ., Nanning, 530004; 2. Fisheries Research Institute of Guangxi,  
Nanning, 530021; 3. Shanghai Fisheries Univ., Shanghai, 200090)

**摘要** 分别取海水养殖的南美白对虾(海养虾)和淡水养殖的南美白对虾(淡养虾)的肌肉 2~3 g、肝胰腺 1 g, 采用 Folch 液提取脂肪, 用气相色谱法(GC 法)分析测定脂肪的含量和组成。结果表明:海养虾肌肉含脂肪 3.93%, 比淡养虾肌肉含脂量 2.79% 高;海养虾肝胰腺含脂量 12.23%, 略低于淡养虾的 12.98%。淡养雄虾的肝胰腺脂肪含量比雌虾高, 但其肌肉含脂率比雌虾低。在已检测出的脂肪酸中, 不饱和脂肪酸占大多数, 而且不饱和多烯酸的含量明显高于饱和单烯酸 ( $P < 0.01$ )。海养虾和淡养虾肌肉脂肪酸含量在  $C_{14:0}$ 、 $C_{18:2n6}$ 、 $C_{18:3n3}$  上有显著性差异 ( $P < 0.05$ ); 肝胰腺脂肪酸含量在  $C_{18:2n6}$ 、 $C_{18:3n3}$ 、 $C_{20:4n6}$  上有显著性差异 ( $P < 0.05$ )。南美白对虾与中国对虾、斑节对虾(肝)、日本对虾(肝)的主要脂肪酸含量在  $C_{16:0}$ 、 $C_{18:0}$ 、 $C_{18:1n7}$ 、 $C_{18:2n6}$ 、 $C_{18:3n3}$  和  $C_{20:4n6}$  上有较大差别。

**关键词** 南美白对虾 海水养殖 淡水养殖 脂肪 脂肪酸

中图分类号 Q959.223.63

**Abstract** One gram of hepatopancreas and 2~3 gram of muscle were sampled from *Penaeus vannamei* which were respectively cultured in the seawater and the freshwater. The lipid was extracted by "Folch", and analyzed by gas chromatography. The results indicated that the lipid content in the muscle of the marine larvae is 3.93%, and 2.79% higher than that of the freshwater larvae. The lipid content of hepatopancreas of the marine larvae is 12.23%, and 12.98% lower than that of the freshwater larvae. The lipid content of the hepatopancreas of the males is higher than that of the females in the freshwater, but their lipid content in the muscle is lower than the females. Among the fatty acids found, most of them are unsaturated acids, and the polyunsaturated fatty acids are significantly more than monounsaturated ones ( $P < 0.01$ ). There is a significant differences of lipid contents in the muscle between the marine larvae and the freshwater larvae in

$C_{14,0}$ ,  $C_{18,2n6}$ ,  $C_{18,3n3}$ ,  $C_{22,5n3}$ , and also significantly differences of lipid content in the hepatopancreas between them in  $C_{18,2n6}$ ,  $C_{18,3n3}$ ,  $C_{20,5n3}$  and EPA+DHA. *Penaeus vannamei* differs from *Penaeus chinensis*, *Penaeus monodon* and *Penaeus japonicus* in the content of fatty acids in  $C_{16,0}$ ,  $C_{18,0}$ ,  $C_{18,1n9}$ ,  $C_{18,2n6}$ ,  $C_{18,3n3}$  and  $C_{20,4n6}$ .

**Key words** *Penaeus vannamei*, marine culture, freshwater culture, lipid, fatty acid

南美白对虾 (*Penaeus vannamei* Boone) 于 1988 年首次引进中国。近年来国内不少科研机构开展了南美白对虾人工繁殖和养殖生产方面的研究工作。目前, 南美白对虾在中国已推广养殖, 其产量占对虾总产量的 60% (黄 凯, 周洪琪. 南美白对虾营养研究进展. 广西水产科技, 2002, (1): 32~37.), 尤其是在淡水水域的驯化养殖成功, 引起世人的关注。

脂类是鱼虾生命活动过程中不可缺少的能量和营养物质, 其中必需脂肪酸不能在体内合成或合成很少, 必须由食物提供。必需脂肪酸作为细胞膜磷脂的前体, 对鱼虾体内的必需脂肪酸组成、鱼虾生长、成活以及饲料效率等有重要影响, 同时, 脂肪酸中的不饱和脂肪酸是对虾卵巢发育所必需的, 卵巢的中性脂肪质含多量的单烯脂肪酸和  $C_{22,6n3}$  (DHA) 以及少量的  $C_{20,4n6}$ 、 $C_{20,5n3}$  (EPA), 高度不饱和的脂肪酸直接影响卵巢的发育和产卵活动, 季文娟<sup>[1]</sup> (1998 年) 报道  $C_{20,5n3}$  和  $C_{22,6n3}$  对中国对虾繁殖力具有特殊的作用, 所以进行对虾脂肪酸的研究具有十分重要的意义。但是国内关于对虾脂肪酸方面的报道非常少, 特别是关于南美白对虾脂肪酸方面的研究未见报道。因此, 本文对生活在 2 种不同水环境的南美白对虾进行脂肪酸含量和脂肪酸组分的分析研究, 为南美白对虾营养生理和营养需求的研究提供一定的理论依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验材料

海水养殖南美白对虾 (以下简称海养虾) 样品取自北海市竹林虾场海水池塘。海水比重 1.015, 取样时间为 2002 年 1 月, 雄虾体长 10.7~11.6 cm, 体重 18.2~21.9 g, 雌虾体长 10.0~12.1 cm, 体重 13.9~23.1 g。

淡水养殖南美白对虾 (以下简称淡养虾) 样品取自南宁市青山水产养殖场淡水池塘。塘水比重 1.000, 取样时间为 2002 年 2 月, 雄虾体长 10.0~10.8 cm, 体重 11.8~15.4 g, 雌虾体长 10.1~10.8 cm, 体重 12.6~16.2 g。

### 1.2 样品处理

新鲜材料采集后, 分别解剖取 1 g 肝胰腺和 2~3 g 肌肉 (剥壳、剔去肌膜)。采用 Folch 液研磨, 氮气流保护下 50℃ 水浴回流提取脂质。氮气保护三氟化硼 ( $BF_3$ ) 催化法甲酯化脂质, 正庚烷萃取脂肪酸甲酯混合液, 取上层清液 2  $\mu$ l 供气相色谱分析。

### 1.3 样品测定

脂肪酸甲酯的色谱分离采用澳大利亚 SGE 生产的 BPX70 石英毛细管柱 (60 m $\times$ 0.25 mmID), 色谱分析仪为日本岛津公司生产的 ShimadzuGC-9A 型气相色谱仪, 配 C-R3A 色谱数据微处理机。气相色谱条件: 检测器为氢火焰离子检测器 (FID); 载气为高纯氮, 流量为 60 ml/min; 氢气由 GCD-300A 全自动氢气发生器产生, 流量为 60 ml/min。温度参数: 柱温初温为 190℃, 以 1℃/min 程序升温到 215℃, 再以 3℃/min 程序升温至 280℃停留 5 min。采用美国 Sigma 公司标准脂肪酸甲酯定性, 峰面积归一法定量。

## 2 结果与分析

### 2.1 肌肉脂肪含量的分析与比较

从表1可以看出,淡养雄对虾的肝胰腺脂肪含量比雌虾高,但其肌肉含脂率比雌虾低;海养虾并未见此情况。海养虾肌肉的脂肪含量(3.93%)比淡养虾肌肉的脂肪含量(2.79%)高。海养虾肝胰腺脂肪含量(12.23%)稍低于淡养虾(12.98%)。

海养虾肌肉所含的脂肪比淡养虾高,可能是人们认为的海养虾味道比淡养虾鲜美的原因之一。文献[2]也报道,在一定范围内,肌肉脂肪的含量与肉品的风味呈正相关,即风味随肌肉脂肪含量的增加而持续改善。

表1 海养和淡养虾肌肉及肝胰腺脂肪含量

对虾种类	脂肪含量 (%)		
	肌肉	肝胰腺	
海养虾	♂	3.90±0.44	13.02±6.64
	♀	3.96±1.03	11.43±1.30
	平均	3.93±0.73	12.23±3.97
淡养虾	♂	2.57±0.17	14.51±1.24
	♀	3.00±0.79	11.44±2.16
	平均	2.79±0.48	12.98±1.70

### 2.2 肌肉脂肪酸组成的分析与比较

#### 2.2.1 脂肪酸组成特点

南美白对虾的肌肉主要脂肪酸有肉豆蔻酸( $C_{14:0}$ )、棕榈酸( $C_{16:0}$ )、棕榈油酸( $C_{16:1n7}$ )、硬脂酸( $C_{18:0}$ )、油酸( $C_{18:1n9}$ )、亚油酸( $C_{18:2n6}$ )、亚麻酸( $C_{18:3n3}$ )、花生四烯酸( $C_{20:4n6}$ )、EPA( $C_{20:5n3}$ ),以及二十二碳五烯酸( $C_{22:5n3}$ )、DHA( $C_{22:6n3}$ )等13种,详见表2。

从表2可以看出,组成南美白对虾肌肉的主要饱和脂肪酸(SFA)为 $C_{16:0}$ ,含量约达20%;其次为 $C_{18:0}$ ,含量为10%~11%;不饱和单烯酸(MUFA)以 $C_{18:1n9}$ 为主,含量为14%~15%;不饱和多烯酸(PUFA)以 $C_{20:5n3}$ 含量最高,其次为 $C_{18:2n6}$ 和 $C_{22:6n3}$ ,含量分别为11%~14%,8%~13%和8%~10%。南美白对虾富含EPA和DHA,不论海养虾还是淡养虾,其EPA+DHA(HUFA)含量均大于20%。另外,在这些脂肪酸中,海养虾和淡养虾肌肉的SFA/UFA均小于1,说明海养虾、淡养虾肌肉中不饱和脂肪酸占大多数。

本试验海养虾成体脂肪酸组成(表2)与Montano<sup>[3]</sup>(1996)报道的南美白对虾仔虾野生个体脂肪酸组成相比较, $C_{16:0}$ , $C_{18:0}$ , $C_{18:1n9}$ 和 $C_{20:5n3}$ 的含量基本在同一水平上,但海养成体虾肌肉中的 $C_{16:1n7}$ 、 $C_{18:3n3}$ 含量分别约为2.0%、0.6%,比野生仔虾的这2种脂肪酸的含量(7.88%、1.14%)低;而海养成体虾肌肉的 $C_{18:2n6}$ 含量(8%~9%)比野生仔虾的2.68%高;成虾的EPA/DHA为1.3左右,也稍比仔虾的1.08高。说明海养成体与野生仔虾脂肪酸组成较相似。

#### 2.2.2 同种脂肪酸的分析与比较

在海养虾中,除 $C_{22:5n3}$ 稍微高于淡养虾外, $C_{14:0}$ , $C_{18:0}$ , $C_{18:2n6}$ , $C_{18:3n3}$ , $C_{20:4n6}$ 、 $C_{20:5n3}$ 和 $C_{22:6n3}$ 的含量均比淡养虾小,其EPA加DHA值也略小于淡养虾。经统计,海养的雌、雄虾肌肉 $C_{14:0}$ 、 $C_{18:2n6}$ 、 $C_{18:3n3}$ 含量明显小于淡养雌、雄虾( $P < 0.05$ );对于 $C_{22:5n3}$ 来说,海养、淡养雌虾的含量之间的差异显著( $P < 0.05$ ),而海养雌雄虾与淡养雌雄虾 $C_{20:4n6}$ 、 $C_{20:5n3}$ 、 $C_{22:6n3}$ 含量之间的差异均不显著( $P > 0.05$ )。从表2可以看出,海养虾n-3/n-6较高(♂:1.87,♀:1.86),而淡养虾n-3/n-6较低(♂:1.24,♀:1.45)。Ota等<sup>[4]</sup>(1977)报道,香鱼从淡水

中洄游到海水, 体内  $n-3/n-6$  变小。Castell<sup>[5]</sup> (1979) 报道海水鱼与淡水鱼  $n-3$  和  $n-6$  族脂肪酸含量差别较大, 淡水鱼含有较高量的  $n-6$  不饱和脂肪酸, 海水鱼含有较高量的  $n-3$  不饱和脂肪酸,  $n-6/n-3$  的平均比例, 淡水鱼为 0.37, 海水鱼为 0.16。由此说明虾体脂肪酸组成的影响因素不单是饵料, 盐度对于虾体内脂肪酸的组成变化也有影响, 脂肪酸的组成随盐度的变化而变化, 这可能与对环境生理适应的特别要求有关。

表 2 海养与淡养虾肌肉脂肪酸组成的比较\*

脂肪酸种类	海养虾肌肉脂肪酸含量 (%)		淡养虾肌肉脂肪酸含量 (%)	
	♂	♀	♂	♀
C <sub>14:0</sub>	0.85±0.06	0.75±0.01	2.20±0.11	2.23±0.38
C <sub>16:0</sub>	21.27±0.52	19.71±0.62	19.59±1.99	19.08±0.29
C <sub>18:0</sub>	10.33±0.54	10.24±0.17	11.32±0.28	11.22±0.29
SFA	32.45	30.69	33.11	32.53
C <sub>16:1n7</sub>	2.29±0.05	2.27±0.06	2.41±0.89	2.28±0.22
C <sub>18:1n9</sub>	15.00±0.65	14.71±0.11	15.51±0.11	15.46±0.75
MUFA	17.29	16.98	17.92	17.74
C <sub>18:2n6</sub>	8.73±0.04	9.25±0.05	13.28±1.99	11.55±0.33
C <sub>18:3n3</sub>	0.66±0.04	0.610±0.03	1.57±0.72	1.21±0.25
C <sub>20:4n6</sub>	3.12±0.03	3.295±0.23	4.90±0.75	5.28±0.15
C <sub>20:5n3</sub>	11.98±0.10	12.51±0.35	11.52±0.73	11.86±1.00
C <sub>22:5n3</sub>	0.78±0.02	0.724±0.04	0.587±0.74	0.511±0.04
C <sub>22:6n3</sub>	8.77±0.17	9.44±0.14	8.84±1.51	10.88±0.87
PUFA	34.03	35.819	43.70	41.29
EPA+DHA	20.76±0.22	21.95±0.21	23.36±1.88	22.80±0.95
EPA/DHA	1.37	1.325	1.30	1.090
UFA (MUFA+PUFA)	51.32	52.80	58.62	59.03
SFA/UFA	0.63	0.581	0.57	0.55
MUFA/PUFA	0.51	0.47	0.44	0.43
$n-3$ 族	22.19	23.28	22.52	24.46
$n-6$ 族	11.85	12.54	18.18	16.83
$n-3/n-6$	1.87	1.86	1.24	1.45

\* : 同一个测试共取 3 个样。

### 2.3 肝胰腺脂肪酸组成的分析与比较

从表 3 可以看出, 南美白对虾肝胰腺的主要脂肪酸也是以不饱和脂肪酸 (UFA) 占大多数, 不饱和多烯酸 (PUFA) 含量明显高于饱和单烯酸 (MUFA) 的含量。

海养虾肝胰腺脂肪酸 C<sub>18:1n9</sub>、C<sub>20:4n6</sub>、C<sub>20:5n3</sub> 含量都高于淡养虾, 而 C<sub>18:2n6</sub> 和 C<sub>18:3n3</sub> 的含量明显低于淡养虾。经显著性分析检验, 海养虾 C<sub>18:1n9</sub>、C<sub>18:3n3</sub>、C<sub>20:4n6</sub> 含量与淡养虾的含量之间差异显著 ( $P < 0.05$ ), 对于 C<sub>18:3n3</sub>, 海养虾和淡养虾之间差异极显著 ( $P < 0.01$ ), 对于 C<sub>20:5n3</sub>、C<sub>22:6n3</sub>, 海养虾和淡养虾之间的差异均不显著 ( $P > 0.05$ )。

营养物质吸收、利用和贮存均在肝胰腺完成, 因此, 与肌肉脂肪酸一样, 海养虾肝胰腺  $n-3/n-6$  比淡养虾高得多。

表3 海养虾与淡养虾肝胰腺中主要脂肪酸的比较

脂肪酸种类	海养虾肝胰腺脂肪酸含量 (%)		淡养虾肝胰腺脂肪酸含量 (%)	
	♂	♀	♂	♀
C <sub>14:0</sub>	1.57±0.21	2.44±0.15	2.41±0.43	1.80±0.67
C <sub>16:0</sub>	19.86±0.97	17.86±1.58	18.91±1.11	20.43±1.04
C <sub>18:0</sub>	5.15±0.53	4.53±0.14	3.92±0.09	3.86±1.42
SFA	26.58	24.83	25.24	26.09
C <sub>18:1n7</sub>	4.01±0.27	4.79±0.62	3.65±0.34	3.32±0.44
C <sub>18:1n9</sub>	17.19±0.12	20.67±0.58	22.11±0.99	21.32±1.15
MUFA	21.20	25.46	25.76	24.64
C <sub>18:2n6</sub>	13.36±0.70	14.14±0.42	21.35±0.45	18.77±2.29
C <sub>18:3n3</sub>	0.738±0.06	1.18±0.01	2.25±0.25	2.36±0.20
C <sub>20:4n6</sub>	3.02±0.60	1.85±0.20	1.23±0.28	1.95±0.40
C <sub>20:5n3</sub>	10.59±0.74	10.71±0.92	5.35±0.26	4.95±0.92
C <sub>22:5n3</sub>	0.62±0.05	0.723±0.04	0.735±0.067	0.590±0.12
C <sub>22:6n3</sub>	6.24±0.47	6.61±0.06	6.49±0.17	7.66±0.61
PUFA	34.57	35.71	37.41	36.280
EPA+DHA	16.83±1.20	17.32±0.86	11.83±0.18	12.13±1.64
EPA/DHA	1.70	1.62	0.82	0.65
UFA (MUFA+PUFA)	55.77	61.18	63.16	60.92
SFA/UFA	0.48	0.41	0.40	0.43
MUFA/PUFA	0.61	0.71	0.69	0.68
n-3族	18.19	19.22	14.83	15.56
n-6族	16.38	15.99	22.58	20.72
n-3/n-6	1.11	1.20	0.66	0.751

## 2.4 南美白对虾与其他对虾脂肪酸组成比较

南美白对虾与中国对虾<sup>[6]</sup>、斑节对虾<sup>[7]</sup>和日本对虾<sup>[7]</sup>脂质中脂肪酸组成里的饱和脂肪酸均以C<sub>16:0</sub>(棕榈酸)为主,不饱和单烯酸均以C<sub>18:1n9</sub>(油酸)为主,此为共同点。此外南美白对虾与其他3种对虾脂肪酸组成又有所差异,这是由于它们所处的环境、所摄食的饵料不同而致使不同种类的对虾具有不同的脂肪酸合成能力。Bell等<sup>[8]</sup>(1986)报道,对虾类与其他鱼类及其他海洋动物一样,它们所含的不饱和脂肪酸的不饱和程度可能是为了适应环境的温度变化而变化。

### 2.4.1 肌肉脂肪酸组成的分析与比较

从表4肌肉脂肪酸组成看,南美白对虾的C<sub>18:2n6</sub>(亚油酸)含量明显高于中国对虾,而C<sub>16:1</sub>明显低于中国对虾,C<sub>20:5n3</sub>(EPA)和C<sub>22:6n3</sub>(DHA)含量比较接近,南美白对虾肌肉C<sub>18:3n3</sub>(亚麻酸)含量不高,为0.6%左右,中国对虾肌肉C<sub>18:3n3</sub>(亚麻酸)则未检出。

2.4.2 肝胰腺脂肪酸组成分析与比较

从表 4 肝胰腺脂肪酸的组成看, C<sub>14:0</sub> (肉豆蔻酸) 以日本对虾肝胰腺最高, 达 4.08%; 而在 C<sub>16:0</sub> 的水平上, 除了日本对虾较低外 (11.10%), 其余 3 种虾的含量都在 20% 左右。C<sub>16:1</sub> 以中国对虾雄虾含量最高 (10.1%), 其次为中国对虾雌虾、南美白对虾海养虾、淡养虾, C<sub>18:0</sub> 含量以日本对虾含量最高, 其次为南美白对虾、中国对虾, 斑节对虾 C<sub>16:1</sub>、C<sub>18:0</sub> 的含量明显低于日本对虾、中国对虾和南美白对虾, 而 C<sub>18:1n9</sub> (油酸) 却以斑节对虾含量最高 (23.07%), C<sub>18:2n6</sub> (亚油酸) 的含量也以斑节对虾 (肝) 含量最高, 达 21.72%。C<sub>18:3n3</sub> (亚麻酸) 以日本对虾含量最低, 仅为 0.18%, 除中国对虾外, 其余两种对虾 C<sub>18:3n3</sub> 的含量均为 1%~2%。在中国对虾中未检测出 C<sub>20:4n6</sub> (花生四烯酸)。在有数据可以对比的情况下, 南美白对虾的 C<sub>20:5n3</sub> (EPA) 和 C<sub>22:6n3</sub> (DHA) 与中国对虾相比相差不大。海养南美白对虾 DHA 的含量 (6.43%) 高于斑节对虾 (5.45%), 低于日本对虾 (9.91%)。

表 4 南美白对虾与其他几种对虾脂肪酸组成比较

脂肪酸种类	南美白对虾								中国对虾				斑节对虾肝胰腺脂肪酸含量 (%)	日本对虾肝胰腺脂肪酸含量 (%)
	肌肉脂肪酸含量 (%)				肝胰腺脂肪酸含量 (%)				肌肉脂肪酸含量 (%)		肝胰腺脂肪酸含量 (%)			
	海养虾		淡养虾		海养虾		淡养虾		♂	♀	♂	♀		
C <sub>14:0</sub>	0.85	0.75	2.20	2.23	1.57	2.44	2.41	1.80	1.3	1.1	3.1	2.9	2.42	4.08
C <sub>16:0</sub>	21.27	19.71	19.59	19.08	19.86	17.86	18.91	20.43	21.3	15.4	22.5	20.0	20.64	11.10
C <sub>16:1</sub>	2.29	2.27	2.41	2.28	4.01	4.79	3.65	3.32	8.1	13.6	10.1	9.9	0.63	1.82
C <sub>18:0</sub>	10.33	10.24	11.32	11.22	5.15	4.53	3.92	3.86	11.5	6.0	2.5	2.9	0.25	5.87
C <sub>18:1n9</sub>	12.55	12.07	13.0	12.97	14.14	17.32	17.54	18.30	17.7	21.9	14.0	12.3	23.07	10.40
C <sub>18:2n6</sub>	8.73	9.25	13.28	11.55	13.36	17.64	21.35	18.77	3.2	2.3	2.4	2.6	21.72	1.45
C <sub>18:3n3</sub>	0.66	0.61	1.57	1.21	0.748	1.18	2.25	2.36	/	/	/	0.5	1.65	0.18
C <sub>20:4n6</sub>	3.12	3.30	4.90	5.28	3.02	1.85	1.23	1.95	/	/	/	/	×	×
C <sub>20:5n3</sub>	11.98	12.51	14.52	11.86	10.59	7.71	5.35	4.95	12.3	15.8	6.1	6.6	×	×
C <sub>22:6n3</sub>	8.77	9.44	8.84	10.88	6.24	6.61	6.49	7.66	10.6	10.6	7.1	7.5	5.45	9.91

“/”表示未检测出; “×”表示原资料无此数据。

3 结束语

本文分析得出: (1) 不同养殖方式中, 海养虾肌肉所含脂肪 (3.93%) 比淡养虾肌肉含脂量 (2.79%) 高。海养虾肝胰腺含脂量 (12.23%) 略低于淡养虾 (12.98%)。同一养殖方式中, 淡养雄虾的肝胰腺脂肪含量比雌虾高, 但其肌肉含脂率比雌虾低; 海养虾并未见此情况。(2) 海养虾与淡养虾主要的脂肪酸种类相同, 肌肉和肝胰腺中不饱和脂肪酸均占大多数, 而不同脂肪酸含量存在较大差异。海养虾 n-3/n-6 较淡养虾高。(3) 南美白对虾富含 EPA 和 DHA, 不论海养虾还是淡养虾, 其 EPA+DHA (HUFA) 含量均大于 20%。(4) 南美白对虾与中国对虾、斑节对虾、日本对虾的主要脂肪酸中 C<sub>16:0</sub>, C<sub>18:0</sub>, C<sub>18:1n9</sub>, C<sub>18:2n6</sub>, C<sub>18:3n3</sub> 和 C<sub>20:4n6</sub> 的含量上存在较大差异。

参考文献

1 季文娟. 高度不饱和脂肪酸对中国对虾亲虾的产卵和卵质的影响. 水产学报, 1998, 22(3): 240~246.

- 2 干道尊,汤嵘嵘,谭玉钧.中华鳖生化组成的分析 I:一般营养成分的含量及肌肉脂肪酸的组成.水生生物学报,1997,21(4):299~305.
- 3 Montano M, Navarro J C. Fatty acids of wild and cultured penaeus vannamei larvae from Ecuador. Aquaculture. 1996. 142: 259~268.
- 4 Ota T, Takagi T. A comparative study on the lipid class composition and fatty acid composition of sweet smelt *Plecoglossus altivelis*, from marine and freshwater habitat. Bull Fac Fish Hokkaido Univ. 1977, 28(1): 47~56.
- 5 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.
- 6 李荷芳,郝斌,王辉亮等.野生对虾与养殖对虾脂肪酸组成和含量的比较.海洋科学,1993,(1):41~46.
- 7 李爱杰.中国对虾营养研究进展.上海水产大学学报,1988,7:16~23.
- 8 Bell M V, Henderson R J, Sargent J R. The role of polyunsaturated fatty acids in fish. Comp Biochem Physiol. 1986, 83 B(4): 711.

(责任编辑:邓大玉 曾蔚茹)

(上接第111页)

本文为我们在 Internet 上开展分布式网络并行计算提供范例,开拓了并行计算的应用领域。

#### 参考文献

- 1 陶先平,吕建.基于 Internet 的软件 Agent 技术.南京:南京大学出版社,1998.
- 2 Bill Venners. Solve real problems with aglets, a type of mobile agent. [Http://www.javaworld.com/javaworld/jw-05-1997/jw-05-hood\\_p.html](http://www.javaworld.com/javaworld/jw-05-1997/jw-05-hood_p.html), 2002-12-06.
- 3 Bill Venners. The architecture of aglets. [Http://www.javaworld.com/javaworld/jw-04-1997/jw-04-hood\\_p.html](http://www.javaworld.com/javaworld/jw-04-1997/jw-04-hood_p.html), 2002-12-06.
- 4 胡朝晖,陈奇,瑞钊.移动 Agent 系统综述.计算机应用研究,2000,10:1~4,27.
- 5 王静翊. Agent (Mobile Agent). [Http://jspzone.myrice.com/article/java/aglet/aglet\\_brief.htm](http://jspzone.myrice.com/article/java/aglet/aglet_brief.htm), 2002-12-10.
- 6 钟诚,汪学明,陈旭. JAVA 语言及其应用.重庆:重庆大学出版社,2001.

(责任编辑:黎贞崇 邓大玉)