

文章编号: 1000- 0615(2003)01- 0049- 08

## 二种虾蛄的生长模式及其肌肉生化组成研究

王春琳, 蒋霞敏, 钱云霞, 郑忠明  
(宁波大学生命学院海洋与水产系, 浙江 宁波 315211)

**摘要:** 通过测量口虾蛄与黑斑口虾蛄的长度指标与质量指标, 来研究和比较两者生长模式; 通过测定两者肌肉的生化组成及其含量, 评价与比较其营养价值, 探讨生化成分与其生长、繁殖的关系。结果表明: 二种虾蛄的长度指标之间呈显著的线性关系, 质量指标之间也呈显著直线关系, 质量指标与长度指标呈幂函数关系; 在生长过程中, 二种虾蛄的体型基本稳定。二种虾蛄肌肉的水份、粗脂肪与灰分含量没有明显差异, 但粗蛋白含量有显著差异( $P < 0.05$ ); 在测定的月份中, 脂肪含量波动很少, 水份、灰分与蛋白质含量呈上升趋势。二种虾蛄肌肉中所含的氨基酸绝对含量差异极显著( $P < 0.01$ ), 且黑斑口虾蛄的氨基酸、必需氨基酸(EAA)和呈味氨基酸(Asp+ Glu+ Gly)含量均高于口虾蛄, 但 EAA/TAA 二种虾蛄没有明显差异。口虾蛄的不饱和脂肪酸含量高于黑斑口虾蛄。

**关键词:** 口虾蛄; 黑斑口虾蛄; 生长模式; 生化组成

中图分类号: S968.229.16 文献标识码: A

## Studies on growth pattern and bio-chemical composition in muscles of two species of squilla

WANG Chun lin, JIANG Xia min, QIAN Yun xia, ZHEN Zhong-min  
(Department of Ocean and Fisheries of Life Sciences Institute, Ningbo University, Ningbo 315211, China)

**Abstract:** In this paper we study and compare growth pattern of *Oratosquilla oratoria* and *Oratosquilla kempfi*, evaluate and compare nutritive value, and investigate relationship between biochemical composition and growth, reproduction by measuring body length and weight, biochemical composition and content, respectively. Results show that both the body length relation and the body weight relation between two species can be expressed in the significant linear correlation, body weight bears power function relation to length, and during the growing period two body shapes are mainly stable. The contents of water, lipid and ash in muscles are not of significant difference, except for that of crude protein ( $P < 0.05$ ). During the test months lipid contents have little fluctuation but contents of water, ash and protein are all on the rise. The differences in amino acids(AA) and fatty acid compositions in muscles of *Oratosquilla oratoria* and *Oratosquilla kempfi* were found. The values of AA, EAA and Asp+ Glu+ Gly of the latter are higher( $P < 0.01$ ) than those of the former, and unsaturated fatty acids of the former are higher than those of the latter.

**Key words:** *Oratosquilla oratoria*; *Oratosquilla kempfi*; growth pattern; biochemical composition

收稿日期: 2002-10-08

资助项目: 国家农业科技成果转化项目(02EFN213310651)、浙江省科学技术厅项目(102042)、宁波市青年基金项目(0011024)、宁波市科学技术局项目(00N0202)

作者简介: 王春琳(1965-), 男, 浙江台州人, 理学硕士, 副教授, 从事甲壳类繁殖生物学及增养殖技术研究。E-mail: chunling@pub.

cnmb.net

©1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

口虾蛄(*Oratosquilla oratoria*)与黑斑口虾蛄(*Oratosquilla kempii*)俗称虾爬子、螳螂虾、琵琶虾,隶属于甲壳纲、十足目、虾蛄科、口虾蛄属,生活于近海浅滩泥质海底巢穴中,我国沿海都有分布。近年来随着人们膳食结构的转变,虾蛄身价倍增,成为餐桌上的佳肴,也是出口创汇的水产品之一。目前,我国许多地方进行了虾蛄的暂养与养殖,人工苗种培育已小规模成功,虾蛄养殖渐入佳境。

有关虾蛄类的研究,国外主要是 Ohtomi 等研究了口虾蛄的产卵季节<sup>[1]</sup>、Yamasaki 研究了口虾蛄的繁殖生态学<sup>[2]</sup>等;国内许多学者对虾蛄的分类、生物学、苗种生产、养殖技术<sup>[3-6]</sup>等作了较详细的研究,但对其生长与营养成分研究报道较少<sup>[7-9]</sup>。本文比较了 2 种虾蛄的生长模式与生化组成,旨在为虾蛄的人工育苗、养殖、配合饵料的配制和综合利用等提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 实验材料

实验用口虾蛄与黑斑口虾蛄均采自象山港附近海区的渔获物。从 1998 年 11 月至 1999 年 5 月,每月随机采样 2~3 次,共获生长测定用的口虾蛄样本 676 尾,黑斑口虾蛄样本 506 尾,体长规格为 5.0~15.5cm。2001 年 3~4 月采到测定生化组成用的 2 种虾蛄共 68 尾,体长规格为 11.2~14.0cm,体重为 20.0~39.1g。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 生长测定

获得样本后,分别对口虾蛄与黑斑口虾蛄的雌、雄个体进行长度与重量指标测量,长度指标有体长(L)、头胸甲长(Lc)、腹宽(La),重量指标有体质量(W)、肉质量(W<sub>m</sub>)与性腺质量(W<sub>g</sub>);再计算出肥满度指标( $W \cdot L^{-3} \times 100$ )。然后对所测出的数据用 SPSS 软件包进行统计处理。

#### 1.2.2 生化组成测定

样本虾蛄采到后,立即测量、称重,去头和甲壳,取肌肉冷冻保存备用。

水分含量测定,用常压 105℃烘箱干燥法;蛋白质含量测定,用微量凯氏定氮法;粗脂肪含量测定,用索氏提取法;灰分含量测定,用 550℃灰化法<sup>[8]</sup>。

氨基酸组成分析:取 105℃恒量样品,用 6 mol·L<sup>-1</sup>盐酸于 110℃水解 24h,过滤、定容后真空干燥,用 Beckman6300 氨基酸分析仪测定氨基酸组成和含量。

脂肪酸组成分析:日本岛津 GC-9A 气相色谱仪,定量方法为面积归化法。

氨基酸计分方法:根据 FAO/WHO<sup>[10]</sup>提出的人体必需氨基酸均衡模式进行比较,按氨基酸计分方法<sup>[9]</sup>:

$$\text{氨基酸分(AAS)} = \frac{\text{受试蛋白质氨基酸量}(\text{mg} \cdot \text{g}^{-1} \text{protein}) \times 100}{\text{FAO/WHO 评分模式中同种氨基酸含量}(\text{mg} \cdot \text{g}^{-1} \text{protein})}$$

## 2 结果与讨论

### 2.1 二种虾蛄的生长模式

#### 2.1.1 头胸甲长(Lc)与体长(L)的相关关系

对所测数据进行计算机拟合处理,2种虾蛄的体长与头胸甲长都有极显著的相关关系(图1)。这种相关关系可用下列方程式表示(口虾蛄两性间无显著差异,合并成一个方程):

$$L_{c00} = 0.0021 + 0.2384 L_{o0} (r = 0.9999, n = 657, P < 0.01)$$

$$L_{c\text{♀},ok} = 0.2208 + 0.2202 L_{ok} (r = 0.8521, n = 246, P < 0.01)$$

$$L_{c\text{♂},ok} = 0.3462 + 0.2159 L_{ok} (r = 0.9088, n = 253, P < 0.01)$$

式中:  $L_{COO}$  为口虾蛄头胸甲长;  $L_{C♀, Ok}$ 、 $L_{C♂, Ok}$  为雌、雄性黑斑口虾蛄头胸甲长;  $L_{oo}$ 、 $L_{ok}$  为口虾蛄、黑斑口虾蛄体长。

由图 1 可知, 2 种虾蛄的头胸甲长都随体长的增加呈匀速增长。黑斑口虾蛄雌雄性间差异不大, 相同体长时, 雄性虾蛄的头胸甲长度生长稍快于雌性。

2.1.2 体质量(W)与体长(L)的关系

2 种虾蛄的体质量与体长的关系见图 2。经筛选拟合用逻辑斯缔生长方程相关性最好, 两者的关系式可表示为(口虾蛄两性间无显著差异, 合并为一个方程):

$$W_{OO} = 0.0147L_{oo}^{2.9588} (r = 0.9778, n = 657, P < 0.01)$$

$$W_{♀, Ok} = 0.0607L_{ok}^{2.4204} (r = 0.9023, n = 246, P < 0.01)$$

$$W_{♂, Ok} = 0.0418L_{ok}^{2.5980} (r = 0.9316, n = 253, P < 0.01)$$

式中:  $W_{OO}$  为口虾蛄体质量;  $W_{♀, Ok}$ 、 $W_{♂, Ok}$  为雌、雄性黑斑口虾蛄体质量;  $L_{oo}$ 、 $L_{ok}$  为口虾蛄、黑斑口虾蛄体长。

由图 2 可看出, 2 种虾蛄的体质量随体长的增长而增加, 且体长越大, 曲线越陡, 体质量增加越快。当  $W_{♀, Ok} = W_{♂, Ok}$  时,  $L_{ok} = 8.17\text{cm}$ ; 说明黑斑口虾蛄在体长大于 8.17cm 时, 雄性体质量比雌性增加快; 此前雌性增重快于雄性。

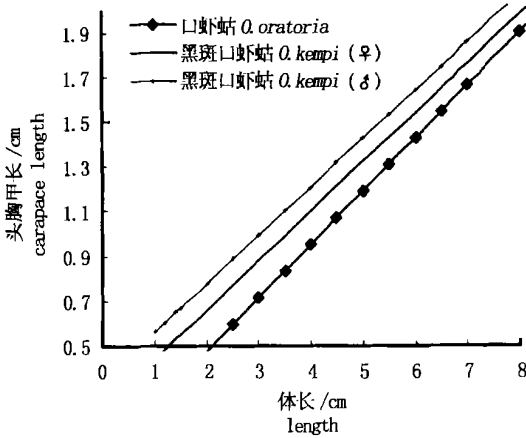


图 1 口虾蛄与黑斑口虾蛄头胸甲长与体长的关系

Fig. 1 The relationship between carapace length and body length of *O. oratoria* and *O. kempii*

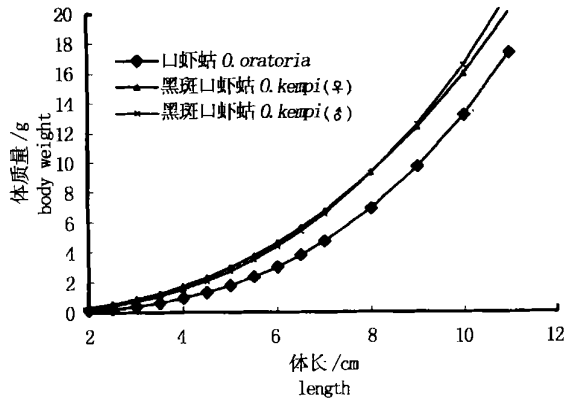


图 2 口虾蛄与黑斑口虾蛄体质量与体长的关系

Fig. 2 The relationship between body weight and body length of *O. oratoria* and *O. kempii*

2.1.3 肉质量(W<sub>m</sub>)、性腺质量(W<sub>g</sub>)与体质量(W)的关系

根据测得数据, 经拟合处理得到黑斑口虾蛄的肉质量、性腺质量与体质量之间呈显著的线性相关关系(图 3)。其关系方程式为:

$$W_{m♀, Ok} = 0.1688 + 0.2996W_{ok} (r = 0.8850, n = 216, P < 0.01)$$

$$W_{m♂, Ok} = 1.8584 + 0.2372W_{ok} (r = 0.8666, n = 233, P < 0.01)$$

$$W_{g♀, Ok} = -0.4126 + 0.0582W_{ok} (r = 0.8094, n = 216, P < 0.01)$$

$$W_{g♂, Ok} = -1.7417 + 0.1716W_{ok} (r = 0.8577, n = 233, P < 0.01)$$

式中:  $W_{m♀, Ok}$ 、 $W_{m♂, Ok}$  为雌、雄黑斑口虾蛄的肉质量;  $W_{g♀, Ok}$ 、 $W_{g♂, Ok}$  为雌、雄黑斑口虾蛄的性腺质量;  $W_{ok}$  为黑斑口虾蛄的体质量。

由图 3 显示, 黑斑口虾蛄的肉质量随着体质量的增加而匀速增加。当  $W_{m♀, Ok} = W_{m♂, Ok}$  时,  $W_{ok} = 27.08\text{g}$ ; 故当体质量小于 27.08g 时, 雄性肉质量增加快于雌性。从图 3 还可看出, 黑斑口虾蛄的性腺质

量也随体质量的增加而匀速增加;这与日本干田哲资报道的口虾蛄卵巢质量与体质量存在线性关系的结论相似<sup>[1]</sup>。从雌雄两性的直线斜率来看,两性间增重速率差异较大,雌性增重明显快于雄性,并在不同季节中差异也很大,这主要与虾蛄的繁殖活动有关。

### 2.1.4 腹宽(La)与体长(L)的关系

对所测数据,进行拟合处理,口虾蛄与黑斑口虾蛄的腹宽与体长的关系呈显著直线相关。其关系方程式为:

$$La_{\text{♀},00} = 0.2217L_{00} (r = 0.9416, n = 323, P < 0.01)$$

$$La_{\text{♂},00} = 0.2198L_{00} (r = 0.9671, n = 334, P < 0.01)$$

$$La_{\text{♀},0k} = 0.2492L_{0k} (r = 0.9527, n = 203, P < 0.01)$$

$$La_{\text{♂},0k} = 0.2508L_{0k} (r = 0.9376, n = 247, P < 0.01)$$

式中:  $La_{\text{♀},00}$ 、 $La_{\text{♂},00}$  为雌、雄性口虾蛄腹宽;  $La_{\text{♀},0k}$ 、 $La_{\text{♂},0k}$  为雌、雄性黑斑口虾蛄腹宽;  $L_{00}$ 、 $L_{0k}$  为口虾蛄、黑斑口虾蛄体长。

根据该方程式可发现,口虾蛄与黑斑口虾蛄的腹宽随着体长的增长而匀速地增长。经  $t$ -检验,2种虾蛄的雌雄两性间无明显差异,但2种虾蛄之间差异显著( $P < 0.05$ );且在两者体长相同时,黑斑口虾蛄的腹宽生长快于口虾蛄。结合头胸甲长、腹宽与体长之间的关系分析,虾蛄在生长过程中,体型基本保持稳定。

这2种虾蛄的生长模式与中华绒螯蟹、斑节对虾、日本虫有着相似的规律<sup>[11]</sup>,都是长度指标间、质量指标间呈线性关系生长,而质量与长度指标间呈幂函数关系生长。

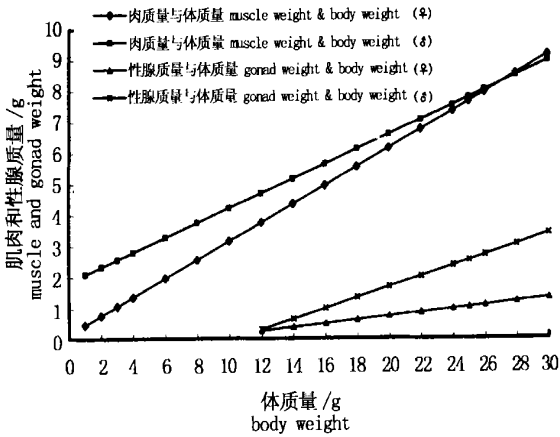


图3 黑斑口虾蛄肉质量、性腺质量与体质量的关系

Fig. 3 The relationships between body weight and muscle weight, gonad weight of *O. kemp*

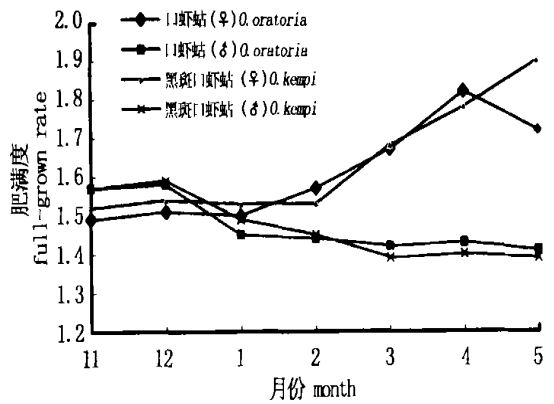


图4 口虾蛄与黑斑口虾蛄肥满度的月变化

Fig. 4 Monthly changes between in full-grown rate length of *O. oratoria* and *O. kemp*

### 2.1.5 肥满度的月变化规律

在采样的几个月中,2种虾蛄各月雌、雄性肥满度的变化如图4所示。从图4看出,2种虾蛄的肥满度月变化有着相似的规律:雄性在11-12月份肥满度最大;随后肥满度减少,在1-5月份变化不大。雌性在1-2月份前肥满度值较小且基本稳定;3-5月份肥满度增加迅速,口虾蛄肥满度上升时间比黑斑口虾蛄早1个月左右,肥满度减少也提前1个月左右。这与2种虾蛄的繁殖季节相吻合,口虾蛄的繁殖季节比黑斑口虾蛄早1个月左右。

## 2.2 二种虾蛄的生化组成比较

### 2.2.1 肌肉的基本生化组成及各月变化

2 种虾蛄肌肉的基本生化组成测定结果见表 1。从表 1 中可见,水分是 2 种虾蛄肌肉的主要组成,占总量的 80.32%~80.85%;且 2 种虾蛄及不同性别间相差无几。2 种虾蛄肌肉中的粗脂肪和灰分含量都比较低且接近,粗脂肪为 7.94%~8.14%;灰分为 8.47%~8.57%。经  $t$ -检验分析,2 种虾蛄的水分、粗脂肪和灰分含量没有显著差异( $P > 0.05$ )。但粗蛋白含量在 2 种虾蛄中有显著差异( $P < 0.05$ ),黑斑口虾蛄明显高于口虾蛄;且每种虾蛄在雌、雄体中的含量也略显差异,雌的稍大于雄的。从 2 种虾蛄的基本生化组成来说,虾蛄是一类高蛋白、低脂肪的理想食品。

2 种虾蛄与对虾、海蟹相比,虾蛄肌肉的水分含量高于对虾(76.5%)和海蟹(77.1%)<sup>[8]</sup>,因而,虾蛄的肉质较虾、蟹嫩,食用时口感较好。虾蛄的粗蛋白含量略低于对虾,而与海蟹相仿;虾蛄的脂肪与灰分含量高于对虾而低于海蟹<sup>[8]</sup>。

表 1 口虾蛄与黑斑口虾蛄肌肉的基本生化组成

Tab. 1 The biochemical compositions of muscles of *O. oratoria* and *O. kempfi* %, dry wt

	口虾蛄 <i>O. oratoria</i>			黑斑口虾蛄 <i>O. kempfi</i>		
	♀	♂	均值 mean	♀	♂	均值 mean
含水量 moisture	80.46	80.79	80.63	80.32	80.85	80.58
粗蛋白 protein	70.80	68.89	69.85	80.63	78.72	79.68
脂肪 lipid	8.14	7.94	8.04	8.10	7.96	8.03
灰分 ash	8.50	8.47	8.49	8.53	8.57	8.55

表 2 列出了 2 种虾蛄肌肉基本生化组成的 3 个月份变化情况。由表 2 可知,3 个月份 2 种虾蛄的基本生化组成含量变化不大,尤其是脂肪含量波动很少,但水分、蛋白质与灰分含量都呈上升趋势,2 种虾蛄变化趋势基本一致。这些变化是与虾蛄肥满度的月变化相一致,主要与虾蛄的生长和繁殖活动有关。虾蛄的生长实际上是其营养物质积累与转化的过程,3-5 月份是这 2 种虾蛄的繁殖旺季,营养物质积累较快,因而,体内蛋白质与灰分含量上升较快,以便为繁殖后代积蓄足够的营养。

表 2 口虾蛄与黑斑口虾蛄肌肉不同月份的基本生化组成

Tab. 2 Monthly biochemical compositions of muscles of *O. oratoria* and *O. kempfi* %, dry wt

样品 sample	月份 month	水分 moisture	蛋白质 protein	脂肪 lipid	灰分 ash
口虾蛄 <i>O. oratoria</i>	3 月 Mar.	79.97	69.31	7.99	7.40
	4 月 Apr.	80.97	72.53	7.57	7.47
	5 月 May	83.11	74.52	8.09	8.87
黑斑口虾蛄 <i>O. kempfi</i>	3 月 Mar.	79.79	77.22	7.96	7.67
	4 月 Apr.	81.10	79.89	7.94	7.98
	5 月 May	82.58	81.12	8.10	8.57

### 2.2.2 肌肉氨基酸组成

2 种虾蛄肌肉氨基酸组成和含量见表 3。表 3 显示,2 种虾蛄肌肉中所含的氨基酸都较全面,具有人体所必需的 8 种氨基酸,各氨基酸含量较高。经成对  $t$ -检验,2 种虾蛄的氨基酸绝对含量差异极显著( $P < 0.01$ ),并且黑斑口虾蛄的氨基酸、必需氨基酸(EAA)和呈味氨基酸(Asp+Glu+Gly)的含量(71.84%、28.63%和 23.41%)均高于口虾蛄(54.85%、22.0%和 18.3%),因而前者比后者肉味更鲜美。2 种虾蛄必需氨基酸占总氨基酸的比值(EAA/TAA)、必需氨基酸与非必需氨基酸的比值(EAA/NEAA)均相仿,没有显著差异,且都符合 FAO/WHO<sup>[10]</sup>提出的理想蛋白质中人体必需氨基酸含量的模式,是高品质的蛋白源<sup>[12]</sup>。2 种虾蛄肌肉的氨基酸组成及含量与对虾肉、罗氏沼虾肉比较接近<sup>[8]</sup>。

对 10 种必需氨基酸、半必需氨基酸与 FAO/WHO<sup>[9]</sup>模式进行比较,且计算其氨基酸分,结果见表 4。口虾蛄有 4 种限制性氨基酸,第一限制性氨基酸分 AAS 为 49(Lys),黑斑口虾蛄仅有 2 种限制性氨基酸

为赖氨酸(Lys)或苏氨酸(Thr),其氨基酸分AAS分别为91和95。

表3 口虾蛄与黑斑口虾蛄肌肉的氨基酸组成  
Tab.3 Composition of amino acids of muscles of *O. oratoria* and *O. kempfi* %, dry wt

氨基酸 amino acid	口虾蛄 <i>O. oratoria</i>			黑斑口虾蛄 <i>O. kempfi</i>		
	♀	♂	均值 mean	♀	♂	均值 mean
天冬氨酸 Asp	6.88	5.68	6.28	7.78	7.12	7.45
* 苏氨酸 Thr	2.25	1.71	1.98	4.00	3.14	3.57
丝氨酸 Ser	1.73	1.27	1.50	1.84	2.23	2.04
谷氨酸 Glu	8.84	7.80	8.32	11.36	9.84	10.60
脯氨酸 Pro	2.65	2.28	2.47	3.30	2.83	3.07
甘氨酸 Gly	3.62	3.78	3.70	4.30	6.42	5.36
丙氨酸 Ala	4.03	4.18	4.11	5.28	5.18	5.23
* 缬氨酸 Val	3.21	2.92	3.07	4.41	4.11	4.26
* 蛋氨酸 Met	1.77	1.85	1.81	2.69	2.82	2.76
* 异亮氨酸 Ile	2.93	2.43	2.68	3.91	3.65	3.78
* 亮氨酸 Leu	4.64	4.14	4.39	6.10	5.54	5.82
胱氨酸 Cys	1.99	1.70	1.85	3.06	2.65	2.86
* 苯丙氨酸 Phe	2.74	2.45	2.60	3.73	3.41	3.57
组氨酸 His	1.58	1.50	1.54	2.10	2.10	2.10
* 赖氨酸 Lys	4.81	4.58	4.70	4.28	3.65	3.97
精氨酸 Arg	3.45	2.71	3.08	3.03	5.96	4.50
* 色氨酸 Trp	0.80	0.73	0.77	0.91	0.89	0.90
total	57.92	51.71	54.85	72.08	71.54	71.84
EAA			22.0			28.63
EAA/TAA			40.1			39.9
EAA/NEAA			67.0			66.3
Asp+ Glu+ Gly			18.30			23.41

注: \* 必需氨基酸 Note: \* essential amino acids

表4 口虾蛄与黑斑口虾蛄肌肉的必需氨基酸含量与氨基酸分  
Tab.4 Content of EAA and AAS of muscles of *O. oratoria* and *O. kempfi*

氨基酸 amino acid	FAO/WHO <sup>101</sup> pattern	口虾蛄 <i>O. oratoria</i>		黑斑口虾蛄 <i>O. kempfi</i>	
		EAA	AAS	EAA	AAS
异亮氨酸 Ile	40	40	100	48	120
亮氨酸 Leu	70	66	94	73	104
赖氨酸 Lys	55	27	49	50	91
蛋氨酸 Met+ 胱氨酸 Cys	35	59	169	46	131
苯丙氨酸 Phe+ 苏氨酸 Thr	60	66	110	81	135
苏氨酸 Thr	40	30	75	38	95
色氨酸 Trp	10	11	110	11	110
缬氨酸 Val	50	46	92	54	108
total	360	344		401	

### 2.2.3 肌肉脂肪酸组成

在实验条件下共检测了19种脂肪酸,2种虾蛄肌肉的脂肪酸组成见表5。从表5可看出,在检测到的脂肪酸中以C<sub>16:0</sub>的含量为最高,在口虾蛄中平均为16.93%,在黑斑口虾蛄中平均为23.10%。2种虾蛄都含有大量的饱和及不饱和脂肪酸(C<sub>14-22</sub>),并以不饱和脂肪酸为主。经成对t-检验,2种虾蛄的不饱和脂肪酸含量差异明显,且口虾蛄(66.42%)高于黑斑口虾蛄(55.09%);长链不饱和脂肪酸中以EPA和DHA为主,且口虾蛄的EPA+DHA含量(15.59%)比黑斑口虾蛄(5.76%)高。表5中有些脂肪酸含量没能检测出来,可能是实验操作误差所致。与对虾类相比,2种虾蛄的EPA+DHA含量稍低,均小于中国对虾(19.2%)、日本对虾(22.0%)和斑节对虾(27.1%)<sup>[7]</sup>。甲壳动物体脂肪酸组成的特性可以用

来断定它们当前可能活动的区域<sup>[15,16]</sup>, 根据这一关系, 可以推断口虾蛄所生存的环境盐度比黑斑口虾蛄高, 而比以上 3 种对虾的生活盐度稍低, 这一推断与几种虾蛄与对虾生活的自然海区情况相吻合。不饱和脂肪酸成分是构成生物膜的重要组成成份, 且有增加食欲、促进生长的作用。美洲龙虾(*Homarus americanus*) 缺少不饱和脂肪酸, 除了生长率与饲料效率降低外, 血细胞、血清蛋白、可食用肉的百分率都减少, 蜕皮的间隔时间延长<sup>[17]</sup>。不饱和脂肪酸的种类与含量同样影响着长毛对虾仔虾的生长率<sup>[17]</sup>。饲料中的不饱和脂肪酸含量可显著地提高河蟹大眼幼体到 I 期仔蟹的成活率<sup>[16]</sup>。甲壳动物体某一阶段的脂肪酸组成在很大程度上可以反映这一阶段主要的摄食成分和营养状况<sup>[14, 16]</sup>。还有, 脂肪酸对甲壳类的繁殖也有重要影响, 十足动物在性成熟期不仅需要积累大量的 n-3HUFA, 而且需要合适的 EPA/DHA 值<sup>[13]</sup>。白对虾(*Penaeus setiferus*) 得不到饲料中的 C<sub>20 5n-3</sub> 和 C<sub>22 6n-3</sub> 供应而不产卵<sup>[17]</sup>。因而, 研究虾蛄的脂肪酸组成与含量, 对于虾蛄的生长、蜕壳、摄食、繁殖及其人工繁育、养殖技术等研究都很有指导意义。

表 5 口虾蛄与黑斑口虾蛄肌肉的脂肪酸组成

Tab. 5 Composition of fatty acids of muscles of *O. oratoria* and *O. kempfi*

%

脂肪酸 fatty acid	口虾蛄 <i>O. oratoria</i>			黑斑口虾蛄 <i>O. kempfi</i>		
	♀	♂	均值 mean	♀	♂	均值 mean
C <sub>14 0</sub>	8.35	5.45	6.90	10.72	8.17	9.45
C <sub>14 1</sub>	0.45	0.20	0.33	0.00	0.00	0.00
C <sub>14 2</sub>	1.43	0.91	1.17	2.23	1.76	1.96
C <sub>14 3</sub>	0.81	0.62	0.72	0.27	0.81	0.54
C <sub>16 0</sub>	17.38	16.48	16.93	25.01	21.18	23.10
C <sub>16 1</sub>	15.60	13.82	14.71	12.35	12.44	12.40
C <sub>16 2</sub>	2.13	1.79	1.96	2.77	3.25	3.01
C <sub>16 3</sub>	1.99	1.74	1.87	2.44	2.32	2.38
C <sub>18 0</sub>	1.55	5.19	3.37	7.49	8.23	7.86
C <sub>18 1</sub>	16.24	16.58	16.41	14.03	16.50	15.27
C <sub>18 2</sub>	1.39	1.43	1.41	2.19	1.98	2.09
C <sub>18 3</sub>	1.40	1.32	1.36	2.44	1.28	1.86
C <sub>20 0</sub>	0.54	0.37	0.46	0.60	0.65	0.63
C <sub>20 1</sub>	2.86	4.59	3.73	2.57	2.39	2.48
C <sub>20 4</sub>	2.42	4.15	3.29	1.47	2.26	1.87
EPA	6.37	7.99	7.18	5.61	0.00	2.81
C <sub>22 1</sub>	1.35	0.00	0.68	0.00	8.42	4.21
C <sub>22 5</sub>	1.20	1.25	1.23	1.13	1.41	1.27
DHA	6.58	10.23	8.41	1.98	3.92	2.95
EPA+ DHA	12.95	18.22	15.59	7.59	3.92	5.76
total	90.04	94.11	92.12	95.29	96.97	96.13

## 参考文献:

- [1] Ohtomi J, Shimizu M, Martinez Vergara J A. Spawning season of the Japanese mantis shrimp *Oratosquilla oratoria* in Tokyo bay[J]. Bull Jap Soc Sci Fish, 1988, 54(11): 1929- 1933.
- [2] Yamasaki M. The ecological study of mantis shrimp *Oratosquilla oratoria* (de Haan) with reference to its bio-production processes[J]. Bull Seikai Reg Fish Lab, 1998, (66):69- 100.
- [3] Wang C L, Mei W X, Xu S L, et al. Studies on biology and exploitation of squilla in Zhejiang Inshore (special volum)[J]. J Zhejiang Coll Fish, 1996, 15(1): 1- 87. [王春琳, 梅文骧, 徐善良, 等. 浙江沿海虾蛄生物学及其开发利用研究(专辑)[J]. 浙江水产学院学报, 1996, 15(1): 1- 87.]
- [4] Wang B, Zhang X L, Sun P X. On biological characters and artificial seedling rearing techniques of mantis shrimp (*Oratosquilla oratoria*)[J]. Journal of Oceanography of Huanghai & Bohai Seas, 1998, 16(2): 64- 73. [王波, 张锡烈, 孙丕喜. 口虾蛄的生物学特征及其人工种苗生产技术[J]. 黄渤海海洋, 1998, 16(2):64- 73.]
- [5] Zhao Q S, Wang C L, Jiang X M, et al. Technique of squilla pond culture[J]. Marine Fisheries, 1998, 20(4): 169- 171 [赵青松, 王春琳,

- 蒋霞敏,等. 虾蛄的池塘养殖技术[J]. 海洋渔业, 1998, 20(4): 169- 171. ]
- [ 6 ] Wei C D. Fauna of Zhejiang(Crustacea) [ M ]. Hangzhou: Zhejiang Science and Technology Press, 1991. 84- 89. [ 魏崇德. 浙江动物志(甲壳类) [ M ]. 杭州: 浙江科学技术出版社, 1991. 84- 89. ]
- [ 7 ] Qian Y X, Jiang X M, Wang C L, et al. Nutritional components of *Oratosquilla kempfi* [ J ]. Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Sunyatseni, 2000, 39( suppl ): 264- 267. [ 钱云霞, 蒋霞敏, 王春琳, 等. 黑斑口虾蛄营养成分的研究 [ J ]. 中山大学学报(自然版), 2000, 39(增刊): 264- 267. ]
- [ 8 ] Cao G T, Zhou T. Analysis of nutrient compositions of head and body of squilla [ J ]. J Zhejiang Coll Fish, 1994, 13(3): 183- 189. [ 曹根庭, 周涛. 虾蛄的营养成分的分析 [ J ]. 浙江水产学院学报, 1994, 13(3): 183- 189. ]
- [ 9 ] Jiang X M, Zhao Q S, Wang C L. Analysis on morphological parameters of *Oratosquilla kempfi* [ J ]. Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Sunyatseni, 2000, 39( suppl ): 268- 270. [ 蒋霞敏, 赵青松, 王春琳. 黑斑口虾蛄的形态参数关系的分析 [ J ]. 中山大学学报(自然版), 2000, 39(增刊): 268- 270. ]
- [ 10 ] FAO. Energy and protein requirements [ R ]. Report of a Joint FAO/WHO. Ad Hoc Expert Committee. Food Nutr Meet Rep Ser, 1973, 52: 40 - 72.
- [ 11 ] Wang C L, Xue L Y, Liu F Y, et al. Relationship among several orphological parameters in *Charybdis japonica* [ J ]. Freshwater Fisheries, 1996, 26( special issue ): 39- 42. [ 王春琳, 薛良义, 刘凤燕, 等. 日本螯几个形态参数的关系 [ J ]. 淡水渔业, 1996, 26(特刊): 39- 42. ]
- [ 12 ] Translated by Fan W X, Li Z Y, Zhao X H. Nutrition evaluation on nutrient food [ M ]. Beijing: People' s Hygiene Press, 1984. 5- 7, 44- 47. [ 范文洵, 李泽英, 赵熙和译. 蛋白质食物的营养评价 [ M ]. 北京: 人民卫生出版社, 1984. 5- 7, 44- 47. ]
- [ 13 ] Coutteau P, Geurden I, Camara M R, et al. Review on the dietary effects of phospholipids in fish and crustacean larviculture [ J ]. Aquac, 1997, 155: 149- 164.
- [ 14 ] Mourente G, Medina A, Gonzalez S, et al. Variations in lipid content and nutritional status during larval development of the marine shrimp *Penaeus derathurus* [ J ]. Aquac, 1995, 130: 187- 199.
- [ 15 ] Castell J D, Boston L D, Miller R J, et al. The potential identification of the geographic origin of lobster eggs from various wild stocks based on fatty acid composition [ J ]. Can J Fish Aquat Sci, 1995, 52: 1135- 1140.
- [ 16 ] Cheng Y X, Yan S L, Wang W, et al. Effect of dietary polyunsaturated fatty acids, phospholipids on the survival and growth of *Eriocheir sinensis* from the megalopa to the juvenile [ J ]. J Fish China, 1998, 22( 1 ): 9- 15. [ 成永旭, 严生良, 王武, 等. 饲料中磷脂和多不饱和脂肪酸对中华绒螯蟹大眼幼体育成仔蟹的成活率和生长的影响 [ J ]. 水产学报, 1998, 22( 1 ): 9- 15. ]
- [ 17 ] Wang Y Y, Jiang S X, Chen Q. Nutrient requirements of post larvae of *Penaeus penicillatus* for unsaturated fatty acids [ J ]. J Fish China, 1997, 21( 4 ): 380- 384. [ 王渊源, 蒋绍霞, 陈桥. 长毛对虾仔虾对不饱和脂肪酸需求量的初步研究 [ J ]. 水产学报, 1997, 21( 4 ): 380- 384. ]