

# 龟足营养成分分析及评价

陈 宁, 林 岗, 饶小珍, 张殿彩

(福建省发育与神经生物学重点实验室 福建师范大学生命科学院, 福建 福州 350108)

**摘要:** 测定了龟足 *Pollicipes mitella* 柄部肌肉的营养成分, 并对其营养价值进行综合评价。结果表明龟足柄部肌肉含粗蛋白 19.28%、粗脂肪 2.54%、灰分 1.47%、水分 74.47% 和无氮浸出物 (NEF) 2.24%。17 种水解氨基酸总量为 18.08%, 其中 7 种必需氨基酸为 6.63%, 必需氨基酸指数为 82.63, 鲜味氨基酸为 6.77%。多不饱和脂肪酸的含量占总脂肪酸的 39.77%, 其中二十碳五烯酸 (EPA)、二十二碳六烯酸 (DHA) 分别占总脂肪酸的 13.37% 和 20.67%。龟足含有十分丰富的 Mg、Ca、Fe、Zn、Se, 含量分别为 1 625.49、679.82、38.89、112.25 和 1.78  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ 。因此龟足肌肉具有较高的食用价值与保健作用。

**关键词:** 龟足 *Pollicipes mitella*; 营养成分; 营养评价

中图分类号: Q501; S917 文献标识码: A 文章编号: 1009-5470(2009)06-0117-06

## Analysis and evaluation on nutritive components of *Pollicipes mitella*

CHEN Ning, LIN Gang, RAO Xiao-zhen, ZHANG Dian-cai

(Key Laboratory of Developmental Biology and Neurobiology College of Life Sciences, Fujian Normal University, Fuzhou 350108, China)

**Abstract:** The nutritive components of *Pollicipes mitella* were determined, and its nutritional quality was also evaluated systematically. The crude protein, crude fat, ash, moisture, and Nitrogen Free Extract (NFE) of the fresh muscle were 19.28%, 2.54%, 1.47%, 74.47%, and 2.24%, respectively. On the basis of fresh matter of the muscle, the amount to hydrolytic amino acids was 18.08%, in which the content of essential amino acids was 6.63%, the EAAI was 82.63, and the amount of total delicious amino acids was 6.77%. The fatty acids contained 39.77% high unsaturated fatty acids (HUFA), in which the content of EPA and DHA were 13.37% and 20.67%, respectively. There was a high content of minerals in the muscle of *Pollicipes mitella*. Especially for Mg, Ca, Fe, Zn, and Se, their contents were 1 625.49, 679.82, 38.89, 112.25, and 1.78  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ , respectively. In conclusion, the muscle of *Pollicipes mitella* has very high nutritive and care value.

**Key words:** *Pollicipes mitella*; nutritive components; nutritive evaluation

龟足 *Pollicipes mitella* 又名笔架、石砌, 隶属于甲壳纲 (Crustacea) 蔓足亚纲 (Cirripedia) 龟足属 (*Pollicipes*)<sup>[1]</sup>。广泛分布于我国长江口以南沿海中、高潮区, 是一种重要的经济水产品资源。龟足形态奇特, 柄部肌肉发达, 肉质细嫩, 味道鲜美, 属上等佳肴, 深受消费者喜爱, 并有利尿安神的药效<sup>[2]</sup>, 具有较高的经济价值, 属福建省名特优海产品之一。国内对龟足的研究仅在分类、地理分布、生态特点上有过报道<sup>[1]</sup>, 繁殖方面主要见林岗等<sup>[3]</sup>有过一些研究。国外对龟足属的生态、繁殖有过一些研究报道<sup>[4]</sup>, 但尚未见对龟足营养成分进行研究

的报道。目前龟足来源都是靠采捕野生个体, 数量逐渐减少, 为了更好地开发利用龟足资源, 进行人工增殖研究已显得十分必要。本文拟对龟足的各种营养成分进行较全面的测定分析, 并与其它常见经济品种进行比较, 为其进一步开发利用提供基础数据。

## 1 材料与方法

### 1.1 样品采集与处理

实验材料分别于 2007 年 4、5 和 6 月采自福州

收稿日期: 2007-11-15; 修订日期: 2007-12-27。刘学东编辑

基金项目: 福建省科技厅重点项目 (2006N0066)

作者简介: 陈 宁 (1982—), 男, 四川省仁寿县, 硕士研究生, 主要从事水产动物生物技术研究。

通信作者: 林 岗。E-mail: lgffz@fjnu.edu.cn

市连江县筱埕镇定海中、高潮区的岩岸荫蔽处与石缝间。每次挑选约100只柄部完整、峰吻径大于1.1cm的新鲜龟足个体,取其柄部肌肉,一部分105℃烘干,用于一般营养成分、氨基酸和矿质元素的测定;另取一部分60℃烘干,用于脂肪酸测定。

### 1.2 测定方法

水分、灰分、蛋白质、粗脂肪分别按照国家标准(GB/T5009.3-85; GB/T5009.4-85; GB/T5009.5-85; GB/T5009.6-85)提供的方法测定。氨基酸用盐酸水解法(国家标准:GB/T14965.94)进行水解,使用安捷伦1100型液相色谱仪,按JY/T019-1996提供的方法测定肌肉氨基酸组成。脂肪酸按国家标准GB/T17376-1998提供的方法,从肌肉中提取脂类,并在三氟化硼存在下进行甘油脂的皂化和游离脂肪酸的酯化,进Trace MS气相色谱仪,用面积归一化法测其组成。按GB12396-12398-90、GB/T14962-94方法,用SpectrAA220/220Z型原子吸收光谱仪,测定常量及微量元素。无氮浸出物按差减法计算。重复测定3次。

### 1.3 营养品质评价方法

根据FAO/WHO1973年建议的氨基酸评分标准模式<sup>[5]</sup>和全鸡蛋蛋白质的氨基酸模式<sup>[6]</sup>,分别按以

下公式计算氨基酸评分(AAS)、化学评分(CS)和必需氨基酸指数(EAAI)。

$$AAS = \frac{a_a}{A_A(\text{FAO/WHO})}$$

$$CS = \frac{a_a}{A_A(\text{Egg})}$$

$$EAAI = n \sqrt{\frac{100A}{A_E} \times \frac{100B}{B_E} \times \frac{100C}{C_E} \times \dots \times \frac{100I}{I_E}}$$

公式中 $a_a$ 为实验样品氨基酸含量(%), $A_A$ (FAO/WHO)为FAO/WHO评分标准模式中同种氨基酸含量(%), $A_A(\text{Egg})$ 为全鸡蛋蛋白质中同种氨基酸含量(%), $n$ 为比较的必需氨基酸个数, $A$ 、 $B$ 、 $C$ 、 $\dots$ 、 $I$ 为龟足肌肉蛋白质中的必需氨基酸含量(%), $A_E$ 、 $B_E$ 、 $C_E$ 、 $\dots$ 、 $I_E$ 为全鸡蛋蛋白质的必需氨基酸含量(%).

## 2 结果

### 2.1 一般营养成分的含量

龟足一般营养成分的测定结果见表1。由表1可知龟足柄部肌肉的含水量为74.47%,粗蛋白为19.28%(占干重的75.5%),粗脂肪占2.54%,灰分占1.47%,无氮浸出物占2.24%。

表1 龟足肌肉一般营养成分含量与其它几种食品的比较

%,鲜重

Tab.1 Comparison of nutritive components in muscle of *Pollicipes mitella* and other foods

%, fresh matter

|                     | 水分         | 蛋白质        | 脂肪        | 灰分        | 无氮浸出物     |
|---------------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|
| 龟足                  | 74.47±1.41 | 19.28±0.28 | 2.54±0.12 | 1.47±0.02 | 2.24±0.71 |
| 鲤鱼                  | 76.7       | 17.6       | 4.1       | 1.1       | 0.5       |
| 对虾                  | 76.5       | 18.6       | 0.8       | 1.3       | 2.8       |
| 梭子蟹 <i>Neptunus</i> | 77.5       | 15.9       | 3.1       | 2.6       | 0.9       |
| 牡蛎 <i>Ostrea</i>    | 82.0       | 5.3        | 2.1       | 2.4       | 8.2       |
| 鸡蛋                  | 75.8       | 12.7       | 9.0       | 1.0       | 1.5       |

注:表中其它数据引自文献[7]。

### 2.2 氨基酸组成与含量

龟足肌肉干样的水解氨基酸共检测出17种(色氨酸因酸水解被破坏未检测),其中必需氨基酸7种,非必需氨基酸10种。氨基酸总量为18.08%,

必需氨基酸含量为6.63%,占氨基酸总量的36.67%。鲜味氨基酸总量为6.77%(表2)。从单一氨基酸来看,含量最高的谷氨酸为3.06%,其次是精氨酸为1.67%,含量最低的是胱氨酸为0.17%。

表2 龟足肌肉氨基酸的组成和含量

Tab.2 Composition and contents of amino acids in the muscle of *Pollicipes mitella*

|           | 占鲜重/(g·100g <sup>-1</sup> ) | 变异系数/% | 占蛋白质/(g·100g <sup>-1</sup> ) | 变异系数/% |
|-----------|-----------------------------|--------|------------------------------|--------|
| 天冬氨酸 Asp· | 1.64                        | 2.35   | 8.53                         | 0.50   |
| 丙氨酸 Ala·  | 1.13                        | 2.32   | 5.84                         | 0.51   |
| 谷氨酸 Glu·  | 3.06                        | 1.07   | 15.90                        | 0.39   |
| 甘氨酸 Gly·  | 0.94                        | 3.47   | 4.88                         | 0.73   |
| 组氨酸 His   | 0.40                        | 2.36   | 2.09                         | 0.61   |
| 精氨酸 Arg   | 1.67                        | 3.67   | 8.65                         | 0.52   |

续上表

|              |       |       |       |      |
|--------------|-------|-------|-------|------|
| 酪氨酸 Tyr      | 0.84  | 5.91  | 4.35  | 0.49 |
| 丝氨酸 Ser      | 0.76  | 3.19  | 3.94  | 0.72 |
| 脯氨酸 Pro      | 0.85  | 4.54  | 4.38  | 0.71 |
| 胱氨酸 Cys      | 0.17  | 17.32 | 0.09  | 0.24 |
| 苏氨酸 Thr*     | 0.87  | 3.29  | 4.51  | 0.72 |
| 缬氨酸 Val*     | 1.03  | 1.83  | 5.33  | 0.47 |
| 蛋氨酸 Met*     | 0.54  | 2.31  | 2.78  | 0.22 |
| 赖氨酸 Lys*     | 1.29  | 0.02  | 6.69  | 0.40 |
| 异亮氨酸 Ile*    | 0.80  | 1.77  | 4.16  | 0.38 |
| 亮氨酸 Leu*     | 1.45  | 1.17  | 7.55  | 0.52 |
| 苯丙氨酸 Phe*    | 0.65  | 1.45  | 3.37  | 0.47 |
| 氨基酸总量(TAA)   | 18.08 | 2.21  | 92.06 | 0.22 |
| 必需氨基酸总量(EAA) | 6.63  | 1.23  | 34.85 | 1.19 |

注：‘\*’为必需氨基酸；‘.’为鲜味氨基酸。

### 2.3 脂肪酸的含量

龟足肌肉主要含有 19 种脂肪酸，其中饱和脂肪酸(SFA)8 种，单不饱和脂肪酸(MUFA)4 种，多不饱和脂肪酸(PUFA)7 种(表 3)。脂肪酸中以棕榈酸含量最高，占总脂肪酸的 25.13%；木焦油酸最

低，占 0.27%。不饱和脂肪酸(UFA)占 58.2%，高于 SFA(41.8%)。而 UFA 中的 PUFA 占 39.77%。其中二十碳五烯酸(EPA)和二十二碳六烯酸(DHA)的含量分别为 13.37%和 20.67%。

表 3 龟足肌肉的脂肪酸组成及含量

Tab.3 Composition and contents of fatty acids in the muscle of *Pollicipes mitella*

| 脂肪酸               | 含量/%       | 脂肪酸                     | 含量/%       |
|-------------------|------------|-------------------------|------------|
| C <sub>14:0</sub> | 5.40±0.20  | C <sub>20:1</sub>       | 1.83±0.15  |
| C <sub>15:0</sub> | 0.97±0.06  | ∑MUFA                   | 18.40±0.35 |
| C <sub>16:0</sub> | 25.13±0.25 | C <sub>18:2</sub>       | 1.57±0.06  |
| C <sub>17:0</sub> | 1.40±0.00  | C <sub>18:3</sub>       | 1.70±0.00  |
| C <sub>18:0</sub> | 7.73±0.16  | C <sub>20:2</sub>       | 0.80±0.00  |
| C <sub>20:0</sub> | 0.80±0.00  | C <sub>20:4</sub> (AA)  | 1.20±0.00  |
| C <sub>22:0</sub> | 0.43±0.06  | C <sub>20:5</sub> (EPA) | 13.37±0.16 |
| C <sub>24:0</sub> | 0.27±0.06  | C <sub>22:5</sub>       | 0.93±0.06  |
| ∑SFA              | 41.80±0.20 | C <sub>22:6</sub> (DHA) | 20.67±0.06 |
| C <sub>16:1</sub> | 6.70±0.00  | ∑PUFA                   | 39.77±0.40 |
| C <sub>18:1</sub> | 8.90±0.30  | EPA+DHA                 | 34.03±0.25 |
| C <sub>22:1</sub> | 0.97±0.06  |                         |            |

### 2.4 常量及微量元素

龟足肌肉含有丰富的常量及微量元素(表 4)。常量元素含量依次为 P>Na>Mg>K>Ca，微量元素

中 Zn 的含量最高，其次从大到小依次为 Fe、Se、Cu。值得一提的是，龟足肌肉的 Mg、Ca、Fe、Zn、Se 含量十分丰富。

表 4 龟足肌肉矿质元素含量与其它几种食物的比较

μg·g<sup>-1</sup> 鲜重

Tab.4 Comparison of the contents of some minerals in the muscle of *Pollicipes mitella* and other foods

μg·g<sup>-1</sup>fresh matter

|     | P                   | K                | Na                  | Ca               | Mg                 | Fe             | Zn               | Cu            | Se            |
|-----|---------------------|------------------|---------------------|------------------|--------------------|----------------|------------------|---------------|---------------|
| 龟足  | 2 050.91<br>±100.17 | 894.55<br>±40.00 | 1 889.22<br>±190.53 | 679.82<br>±55.08 | 1 625.49<br>±98.66 | 38.89<br>±4.59 | 112.25<br>±11.20 | 1.26<br>±0.14 | 1.78<br>±0.12 |
| 鲤鱼  | 2 040               | 3 340            | 537                 | 500              | 330                | 10             | 20.8             | 0.6           | 0.15          |
| 对虾  | 2 280               | 2 150            | 1 652               | 620              | 430                | 15             | 23.8             | 3.4           | 0.34          |
| 梭子蟹 | 1 520               | 2 080            | 4 814               | 2 800            | 650                | 25             | 55               | 12.5          | 0.91          |
| 牡蛎  | 1 150               | 2 000            | 4 621               | 1 310            | 650                | 71             | 93.9             | 81.3          | 0.87          |
| 鸡蛋  | 1 300               | 1 540            | 1 315               | 560              | 100                | 20             | 11               | 1.5           | 0.14          |

注：表中其它数据引自文献[7]。

### 3 讨论

为了更好地评价龟足肌肉的营养价值, 本文选择了鲤鱼、对虾、梭子蟹、牡蛎和鸡蛋几种常见食品与龟足的各种营养成分进行比较分析。

#### 3.1 一般营养成分分析

龟足柄部肌肉的一般营养成分与其它几种食物的比较见表 1, 从表中可知其蛋白质含量高于鸡蛋、鲤鱼、对虾、梭子蟹和牡蛎, 脂肪含量高于对虾和牡蛎, 低于鲤鱼、梭子蟹和鸡蛋, 灰分含量高于鲤鱼、对虾和鸡蛋, 低于梭子蟹和牡蛎, 无氮浸出物含量高于鲤鱼、梭子蟹和鸡蛋, 低于对虾和牡蛎。结果表明龟足肌肉是一种蛋白质含量高、脂肪含量低、富含矿物质的优质食物。

#### 3.2 龟足营养价值评价

对龟足柄部肌肉进行了 17 种氨基酸含量检测(色氨酸未进行检测)。含量最高的是谷氨酸, 其次是精氨酸, 谷氨酸不仅使肌肉味道鲜美, 还是脑组织生化代谢中的重要氨基酸, 参与多种生理活性物质的合成<sup>[8]</sup>。Seifter<sup>[9]</sup>研究表明, 精氨酸是创伤后的必需氨基酸, 创伤后增加精氨酸的摄入量可降低氮的损失, 从而促进创伤的愈合。因此龟足有较好的保健功能。

对膳食营养的评价一般最关注的是必需氨基酸的含量和比例。将龟足必需氨基酸占鲜重的含量与其他几种常见的食物进行比较(表 5), 可知龟足的必需氨基酸总量比其他 5 种常见食物都高。龟足肌肉除赖氨酸的含量低于鲤鱼、蛋+胱氨酸略低于对虾外, 其他必需氨基酸含量均高于另外几种食物。可见龟足鲜肉中的必需氨基酸含量非常丰富。

表 5 龟足肌肉必需氨基酸含量与其他几种食品的比较

mg · 100g<sup>-1</sup> 鲜重

Tab.5 Comparison of essential amino acids contents in the muscle of *Pollicipes mitella* and other foods

mg · 100g<sup>-1</sup> fresh matter

|         | 龟足    | 鲤鱼    | 对虾    | 梭子蟹   | 牡蛎    | 鸡蛋    |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 异亮氨酸    | 800   | 745   | 757   | 614   | 222   | 619   |
| 亮氨酸     | 1 450 | 1 270 | 1 451 | 1 076 | 357   | 1 030 |
| 赖氨酸     | 1 290 | 1 432 | 457   | 1 000 | 366   | 837   |
| 苏氨酸     | 870   | 693   | 732   | 666   | 225   | 568   |
| 缬氨酸     | 1 030 | 863   | 841   | 745   | 248   | 688   |
| 蛋+胱氨酸   | 710   | 681   | 708   | 554   | 204   | 598   |
| 苯丙+酪氨酸  | 1 490 | 1 177 | 1 366 | 1 080 | 410   | 1 096 |
| 必需氨基酸总量 | 7 640 | 6 861 | 6 312 | 5 735 | 2 032 | 5 436 |
| EAAI    | 82.63 | 80.89 | 68.71 | 75.49 | 80.25 | 89.68 |

注: 表中其它氨基酸数据引自文献[7], EAAI 由文献[7]计算而来。

将表 2 的数据换算成每克氮含氨基酸的毫克数, 并与鸡蛋蛋白的氨基酸模式和 1973 年 WHO/FAO 制定的蛋白质评价的标准模式进行比较, 并计算其氨基酸评分(AAS)和化学评分(CS)(表 6)。从表 6 可以看出, 根据化学评分(CS)龟足的第一限制性氨基酸是蛋+胱氨酸, 第二限制性氨基酸是

苯丙+酪氨酸。氨基酸评分均大于 1, 化学评分除蛋+胱氨酸(0.59)外均大于 0.78。龟足 EAAI 为 82.63, 与另外几种食物比较可知(表 5), 除小于鸡蛋外均大于另外 5 种食物的数值。表明龟足肌肉不仅必需氨基酸含量丰富而且比例均衡。

表 6 龟足肌肉必需氨基酸组成的评价

mg · g<sup>-1</sup> 氮

Tab.6 Evaluation of essential amino acids composition in the muscle of *Pollicipes mitella*

mg · g<sup>-1</sup> 氮

|         | 龟足    | 鲤鱼    | 对虾    | 梭子蟹   | 牡蛎    | 鸡蛋    |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 异亮氨酸    | 800   | 745   | 757   | 614   | 222   | 619   |
| 亮氨酸     | 1 450 | 1 270 | 1 451 | 1 076 | 357   | 1 030 |
| 赖氨酸     | 1 290 | 1 432 | 457   | 1 000 | 366   | 837   |
| 苏氨酸     | 870   | 693   | 732   | 666   | 225   | 568   |
| 缬氨酸     | 1 030 | 863   | 841   | 745   | 248   | 688   |
| 蛋+胱氨酸   | 710   | 681   | 708   | 554   | 204   | 598   |
| 苯丙+酪氨酸  | 1 490 | 1 177 | 1 366 | 1 080 | 410   | 1 096 |
| 必需氨基酸总量 | 7 640 | 6 861 | 6 312 | 5 735 | 2 032 | 5 436 |
| EAAI    | 82.63 | 80.89 | 68.71 | 75.49 | 80.25 | 89.68 |

味道鲜美的程度与肌肉中鲜味氨基酸的组成和含量有关，氨基酸呈鲜味物质有：谷氨酸、天冬氨酸、丙氨酸、甘氨酸。其中以谷氨酸的鲜味最强。从表 7 可以看出龟足的谷氨酸含量高于另外 5 种食

品。鲜味氨基酸总量低于对虾，高于鲤鱼、牡蛎、梭子蟹和鸡蛋。表明龟足不仅营养价值高，而且味道也较鲜美。

表 7 龟足肌肉中鲜味氨基酸含量与其他几种食品的比较

mg · 100g<sup>-1</sup> 鲜重Tab.7 Comparison of delicious amino acids contents in the muscle in *Pollicipes mitella* and other foodsmg · 100g<sup>-1</sup> fresh matter

|        | 龟足     | AAS  | CS   | 鸡蛋蛋白 | WHO/FAO 模式 |
|--------|--------|------|------|------|------------|
| 异亮氨酸   | 259.59 | 1.04 | 0.78 | 331  | 250        |
| 亮氨酸    | 471.09 | 1.07 | 0.88 | 534  | 440        |
| 赖氨酸    | 417.97 | 1.23 | 0.95 | 441  | 340        |
| 苏氨酸    | 283.83 | 1.14 | 0.97 | 292  | 250        |
| 缬氨酸    | 332.82 | 1.07 | 0.81 | 411  | 310        |
| 蛋+胱氨酸  | 230.62 | 1.05 | 0.59 | 386  | 220        |
| 苯丙+酪氨酸 | 481.77 | 1.27 | 0.85 | 565  | 380        |

注：表中其他数据引自文献[7]。

### 3.3 脂肪酸营养价值分析

脂肪酸中以 PUFA 的生理功能最为重要，PUFA 对于稳定细胞膜功能、调控基因表达、维持细胞因子和脂蛋白平衡、抗心血管疾病以及促进生长发育等方面起着重要作用<sup>[10]</sup>。将龟足的 PUFA 与其他几种食物比较(表 8)，可知其 PUFA 总量比其他

5 种食物都高。PUFA 中以  $\omega-3$  系列包括 EPA 与 DHA 最为重要，它们具有抗氧化、抗衰老、健脑补脑，提高记忆力及思维能力等的作用，人体不能合成它们，必需从食物中摄取<sup>[10]</sup>。龟足的 DHA+EPA 总量远高于其他 5 种食物的含量(表 8)。说明龟足是一种优质的保健食品。

表 8 龟足肌肉多不饱和脂肪酸组成和含量与其它几种食品的比较

%

Tab.8 Comparison of the contents of PUFA among *Pollicipes mitella* and other foods

%

|                         | 龟足    | 鲤鱼   | 对虾 <sup>[7]</sup> | 梭子蟹  | 牡蛎    | 鸡蛋   |
|-------------------------|-------|------|-------------------|------|-------|------|
| C <sub>18:2</sub>       | 1.57  | 14.2 | 9.0               | 1.1  | 2.1   | 14.2 |
| C <sub>18:3</sub>       | 1.70  | 3.9  | 4.2               | 0.3  | 7.8   | 0.1  |
| C <sub>20:2</sub>       | 0.80  | -    | 3.9               | 0.8  | 1.7   | -    |
| C <sub>20:4</sub> (AA)  | 1.20  | 0.5  | -                 | 0.5  | 1.1   | -    |
| C <sub>20:5</sub> (EPA) | 13.37 | 0.2  | 6.6               | 10.0 | 10.4  | -    |
| C <sub>22:4</sub>       | -     | -    | 2.2               | 0.7  | 4.3   | 0.7  |
| C <sub>22:5</sub>       | 0.93  | 0.2  | 0.1               | 2.1  | 1.5   | -    |
| C <sub>22:6</sub> (DHA) | 20.67 | 0.5  | 4.0               | 13.0 | 3.8   | -    |
| DHA+EPA                 | 34.03 | 0.7  | 10.6              | 23.0 | 26.55 | -    |
| 总和                      | 39.77 | 20.2 | 30.0              | 28.5 | 32.7  | 15.0 |

注：表中其他数据引自文献[7]；‘-’表示未检出。

### 3.4 常量及微量元素分析

龟足含有丰富的人体正常生长发育所必需的和起保健作用的矿物质，尤其是 Mg、Ca、Fe、Zn 和 Se 的含量十分丰富。结果表明龟足除了 Ca 含量低于牡蛎和梭子蟹，Fe 含量低于牡蛎外，其 Mg、Ca、Fe、Zn 和 Se 都高于另外几种的含量(表 4)。Mg 在许多必需的酶反应中作为辅助离子，参与遗传信息的传递和表达，在神经肌肉的传导和活动中起重要作用；Ca 是构成骨骼和牙齿的核心部分，具有维持神经与肌肉活动等作用；Fe 参与二氧化

碳和氧的转运、交换，对呼吸和能量代谢有重要作用等；Zn 能调节细胞分化和基因表达，作为酶的组成部分，促进食欲，影响人的认知能力和创口的愈合等作用；Se 具有抗氧化、促进生长、保护视觉器官和心血管、抗肿瘤、解毒等作用<sup>[11]</sup>。值得一提的是龟足的硒含量异常丰富，是目前所有已知天然食物中含量最高的<sup>[7]</sup>，因此龟足是很好的补硒食品。由于硒的中毒剂量只有适宜摄入量的 10 倍左右，根据中国居民膳食营养素参考摄入量之推荐摄入量(RNIs)和可耐受摄入量(ULs)<sup>[12]</sup>，儿童每天摄

入龟足肌肉以 20g 左右为宜, 不宜超过 135g。成人每天摄入 28g 左右为宜, 不宜超过 225g。

#### 4 结 论

龟足蛋白质含量丰富, 占鲜重的 19.28%, 占干重 75.5%; 氨基酸种类齐全, 必需氨基酸含量丰富, 比例均衡。鲜味氨基酸含量丰富, 因此味道鲜美。脂肪含量虽然较低, 但不饱和脂肪酸含量较高, 达 58.2%, 尤其是 EPA 和 DHA 含量高达 34.3%。龟足富含各种矿质元素, 其中 Mg、Ca、Fe、Zn 和 Se 的含量高于许多其他食物。因此龟足是一种营养价值高、滋味鲜美、具有保健作用的优质食品, 具有很大的开发利用价值和广阔的市场前景。

#### 参考文献:

- [1] 刘瑞玉, 任先秋. 中国近海的蔓足类 茗荷亚目[M]//海洋科学集刊. 北京: 科学出版社, 1985, 第 25 集, 179.
- [2] 浙江动物志编辑委员会. 浙江动物志: 甲壳类[M]. 杭州: 浙江科学技术出版社, 1991, 47.
- [3] 林 岗, 邱文仁, 齐秋贞. 福州沿海龟足的繁殖附着与生长[J]. 海洋学报, 1994, 16(6): 108—115.
- [4] Cardoso A C, Yule A B. Aspects of the reproductive biology of *Pollicipes* (Cirripedia; Lepadomorpha) from the south-west coast of Portugal[J]. 1995, 29(3—4): 391—396.
- [5] FAO/WHA Ad Hoc Expert Committee. Energy and protein requirement[M]. FAO Nutrition Meeting Report Series, 1973, (52): 40—73.
- [6] 桥本芳郎. 养鱼饲料学 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1980, 114—115.
- [7] 杨月欣, 王光亚, 潘兴昌, 等. 中国食物成分表 2002[M]. 北京: 北京大学医学出版社, 2002, 135—157, 221—283, 283—326.
- [8] 张昌颖, 李 亮, 李昌甫, 等. 生物化学: 2 版[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1988, 305, 561.
- [9] SEIFTER E. Amino acid function in treatment[J]. Surgery, 1978, 84:224.
- [10] 田永全. 脂肪酸的营养功能[J]. 中国食物与营养, 2007, 8: 53—54.
- [11] 李菊花, 陈伟平, 华金中, 等. 公共营养学[M]. 杭州: 浙江大学出版社, 2005, 33—39.
- [12] 蔡 威, 沈秀华, 冯 一, 等. 食物营养学 [M]. 上海: 上海交通大学出版社, 2006, 194—197.