

文章编号: 1674 - 5566(2012)02 - 0297 - 07

## 几种海水和淡水贝类的大宗营养成分比较研究

李阅兵<sup>1</sup>, 孙立春<sup>1</sup>, 刘承初<sup>1,2</sup>, 李家乐<sup>3,4</sup>

(1. 上海海洋大学 食品学院, 上海 201306; 2. 上海海洋大学 海洋科学研究院, 上海 201306; 3. 上海海洋大学 水产与生命学院, 上海 201306; 4. 上海市高等学校水产养殖学 E-研究院, 上海 201306)

**摘要:** 分别对3种淡水贝和3种海水贝的大宗营养成分进行了较为系统的研究。总体而言,这6种贝的水分含量相差不大,但粗蛋白、粗脂肪和灰分含量却相差明显。其中,波纹巴非蛤和长竹蛭属于高蛋白贝类,其蛋白占干物质的75%,而其脂肪和灰分含量中等,分别占8%和14%左右;近江牡蛎和河蚌属于多脂肪贝类,其脂肪含量在所测贝类中最高,约占干物质的14%,而蛋白和灰分则相对较少,分别为14%和6%;螺蛳和中华圆田螺属于高灰分贝类,其灰分含量高达27%,蛋白居中(60%),而脂肪最低(3%)。在蛋白质量方面,这几类贝类的氨基酸评分总体略低于全鸡蛋蛋白,但其赖氨酸评分优于全鸡蛋蛋白,在与粮谷类的搭配上具有更明显的蛋白质增效作用。在脂肪质量方面,海水贝的多不饱和脂肪酸特别是EPA和DHA明显比淡水贝高,如属于海水贝的长竹蛭、波纹巴非蛤、近江牡蛎的EPA和DHA的含量总和分别为14.19%、25.51%和34.29%,而属于淡水贝的中华圆田螺完全不含EPA或DHA,海水贝在脂肪营养方面明显优于淡水贝。在矿物质营养方面,淡水螺表现出非常明显的优势,有开发成补充多种矿物质之天然膳食补充剂的潜力。本研究对指导人们按各自的营养需求选择不同的贝类品种具有非常重要的意义。

**研究亮点:** 比较分析了3种海水贝和3种淡水贝之间的大宗营养成分,并按各种贝类的营养特点,将贝类初步分为3类,即以波纹巴非蛤和长竹蛭为代表的高蛋白贝类、以近江牡蛎和河蚌为代表的多脂肪贝类、以中华圆田螺和螺蛳为代表的高灰分贝类,这对引导人们按需选择贝类具有非常重要的意义,同时对于贝类的加工利用和开发各具特色高附加值贝类产品具有很好的指导作用。  
**关键词:** 海水贝;淡水贝;大宗营养成分;氨基酸组成;脂肪酸组成  
**中图分类号:** TS 201.2  
**文献标志码:** A

贝类,因其口感细嫩、容易消化、便于加工等优点使得其被越来越多的消费者接受<sup>[1]</sup>。尤其是在一些发展中国家如越南、泰国等地,人们把水产品作为食物蛋白的主要来源<sup>[2]</sup>。然而随着生态环境的恶化和渔业的过度捕捞,使得渔业的发展受到了严重挑战<sup>[3]</sup>,因此很多国家开始制定了相关法律政策来维持渔业的可持续发展。

2010年全国贝类总产量为1 224.23万吨,居全国渔业总产量第二的位置(第一为鱼类,3 131.96万吨),其中海水养殖和海水捕捞的贝类

分别为1 108.23万吨和62.21万吨,海水贝类产量合计达1 170.44万吨,占贝类总产量的95.6%,而淡水养殖和淡水捕捞贝类分别为25.10万吨和28.70万吨,淡水贝类产量53.80万吨,占贝类总产量的4.4%<sup>[4]</sup>。在我国,海水贝的种类较多,主要有牡蛎、蛤、扇贝、蛭、贻贝和蚶等,而淡水贝的品种则相对较少,常见的有中华圆田螺、螺蛳以及河蚌等。海水贝因种类繁多、营养丰富和风味独特,深受消费者的喜爱,而淡水贝的开发利用则长期受到忽视,除部分餐馆和普通居民将中华

收稿日期: 2011-10-26 修回日期: 2011-12-13

基金项目: 973计划前期研究专项(2009CB126001);上海高校创新团队建设项目和上海市教育委员会重点学科建设项目(J50704)

作者简介: 李阅兵(1985—),男,硕士研究生,研究方向为海洋生物资源利用。E-mail: yuebingli@163.com

通讯作者: 刘承初, E-mail: chengchuliu@yahoo.com

圆田螺和螺蛳等烹饪加工成美味佳肴供人们食用外,淡水贝主要用于饲料加工(螺蛳等)与珍珠培育(三角帆蚌等)。国内对贝类的研究大多集中在海水贝,而对淡水贝的报道则很少,这可能主要是由于淡水贝类的产量较低、经济价值不高所造成的。为了全面了解淡水和海水贝类在营养特性上的差异,本文以上海市民经常食用的几种海水贝和淡水贝为研究对象,对其大宗营养成分进行较为系统分析和比较研究,旨在为贝类的生产加工和日常消费起到一定的指导作用。

## 1 材料与方法

### 1.1 原料

淡水贝:河蚌(*Anodonta woodiana*)、中华圆田螺(*Cipangopaludina cathayensis*)和螺蛳(*Bellamya purificata*);海水贝:近江牡蛎(*Crassostrea ariakensis*)、波纹巴非蛤(*Paphia undulate*)和长竹蛏(*solen strictus*)。购于上海市铜川路水产市场,手工去壳后将可食部分用高速匀浆机以  $1.3 \times 10^4$  r/min 捣碎并保存于  $-20$  °C 冰箱中备用。

### 1.2 试剂与仪器

氯仿、甲醇、硫酸铜、硫酸钾、硫酸、硼酸、氢氧化钠等(均为分析纯),购于国药集团化学试剂有限公司。

主要仪器有 85Z 旋转蒸发仪(上海青浦沪西仪器厂),DHG9023 电热鼓风干燥箱(上海一恒科学仪器有限公司),S23-2 磁力搅拌器(上海司乐仪器有限公司),JZ-II 高速匀浆机(天津中国铁道部电化院四方电器设备厂),kjeltec™2300 凯氏定氮仪(FOSS),L-8800 氨基酸自动分析仪(日立),6890-5973H 气质联用仪(安捷伦)。

### 1.3 实验方法

#### 1.3.1 一般化学成分测定

水分测定采用 GB 50093—2010 中的直接干燥法,灰分测定采用 GB 50094—2010 中的 5.3.2,粗脂肪的测定是利用 Bligh-Dyer 法,粗蛋白测定采用凯氏定氮法。

#### 1.3.2 氨基酸测定

样品经 6 mol/L 的盐酸水解后,采用日立 L-8800 氨基酸自动分析仪进行测定<sup>[5]</sup>。

#### 1.3.3 氨基酸营养价值评价

根据世界卫生组织/联合国粮农组织(WHO/FAO)1981 年推荐的氨基酸评价模式计算氨基酸

评分<sup>[6]</sup>。

氨基酸评分 = 样品中氨基酸含量  $\times$  100 / 推荐模式中同种氨基酸含量

#### 1.3.4 脂肪酸测定

样品总脂肪经 Bligh-Dyer 法提取后,用  $N_2$  吹干,加入饱和的 KOH 甲醇溶液进行甲酯化,采用 GC-MS 6890-5973H 进行测定<sup>[7]</sup>。

## 2 结果与讨论

### 2.1 一般化学成分

由表 1 可知,几种贝肉的水分含量差异不明显(河蚌除外),但在蛋白质、脂肪以及灰分等含量方面,却存在较大的差异。如果排除水分的影响(以干基算),同属于海水贝类的近江牡蛎的蛋白质含量仅为 47.4%,而波纹巴非蛤和长竹蛏则高达 75.0%,前者比后者低 27.6%,而 3 种淡水贝肉的蛋白质含量则比较接近,仅在 50.8% ~ 57.9% 之间变动;在粗脂肪上,几种贝肉的差异也较明显,最低仅为 2.66%(中华圆田螺),最高达 15.0%(近江牡蛎),但总体而言,海水贝类的脂肪含量(平均 10.6%)略高于淡水贝类(6.4%);在灰分上,同属于腹足纲的螺蛳和中华圆田螺高得惊人,其灰分含量分别占干基的 27.2% 和 28.2%,而河蚌和近江牡蛎相对较低。从营养特点来看,可将所测贝类样品初步分为 3 类,即高蛋白贝类、多脂肪贝类和高灰分贝类。高蛋白贝类,以波纹巴非蛤和长竹蛏为代表,蛋白约占干物质的 75%,脂肪约占 8%,灰分 14%;多脂肪贝类,以近江牡蛎和河蚌为代表,含脂肪 14%、蛋白 50%、灰分 6%,还含有约 30% 的糖类等其他成分;高灰分贝类,以螺蛳和中华圆田螺为代表,含灰分约 27%,蛋白 60%、脂肪 3%。

对国内其他学者报道的数据进行分析,也可按上述营养特点将贝类进行归类,例如紫蛤和马氏珠母贝,含蛋白质 78%,脂肪 5%,灰分 13%<sup>[8]</sup>,属于高蛋白贝类;翡翠贻贝和栉孔扇贝,含脂肪 15% ~ 20%,蛋白质 60%,灰分 7%<sup>[9]</sup>,属于多脂肪贝类;但高灰分贝类,非中华圆田螺和螺蛳莫属,这两种淡水螺的高灰分和低脂肪特点也被别的学者所证实<sup>[10-11]</sup>。到目前为止,未见其他贝类的灰分含量能与这两种淡水螺媲美的报道。

同其他动物食品相比较,贝类的蛋白质含量

比鸡、猪、牛、羊等陆生动物高<sup>[12]</sup>,而与一般的鱼类(草鱼、大黄花鱼等)相近或略低<sup>[12]</sup>;贝类的脂肪含量比少脂鱼(鲫鱼、牙鲆、鲷鱼等)略高或相近<sup>[13]</sup>,远远小于多脂鱼(秋刀鱼、鲭鱼等)<sup>[13]</sup>和所

有陆生动物<sup>[12]</sup>。综上所述,贝类属于典型的高蛋白、高灰分、低脂肪类食物,具有明显的营养优势,是广大消费者特别是中老年人的首选动物蛋白源,同时也是补充矿物质的良好食材。

表 1 几种海水和淡水贝肉与其它动物肉的一般化学成分比较  
Tab.1 Comparison of proximate compositions among several marine and freshwater shellfish meat and other animal meat

|                      |                      |      |            |             |            |             | % |
|----------------------|----------------------|------|------------|-------------|------------|-------------|---|
|                      | 样品                   | 水分   | 粗蛋白        | 粗脂肪         | 灰分         | 其他(含糖类)     |   |
| 海水贝                  | 波纹巴非蛤                | 78.6 | 16.1(75.2) | 1.89(8.83)  | 2.82(13.2) | 0.59(2.77)  |   |
|                      | 长竹蛭                  | 81.4 | 14.0(75.3) | 1.47(7.90)  | 2.92(15.7) | 0.21(1.10)  |   |
|                      | 近江牡蛎                 | 78.1 | 10.4(47.5) | 3.29(15.0)  | 1.30(5.94) | 6.91(31.6)  |   |
| 淡水贝                  | 河蚌                   | 68.7 | 15.9(50.8) | 4.07(13.0)  | 1.57(5.02) | 9.76(31.4)  |   |
|                      | 中华圆田螺                | 78.6 | 12.1(56.5) | 0.57(2.66)  | 6.04(28.2) | 2.69(12.6)  |   |
|                      | 螺蛳                   | 74.1 | 14.9(57.5) | 0.91(3.51)  | 7.05(27.2) | 3.04(11.79) |   |
| 鱼类                   | 草鱼 <sup>[12]</sup>   | 77.3 | 16.6(73.1) | 5.20(22.9)  | -          | 0.90(4.00)  |   |
|                      | 大黄花鱼 <sup>[10]</sup> | 77.7 | 17.7(79.4) | 2.50(11.2)  | -          | 2.10(9.40)  |   |
|                      | 罗非鱼 <sup>[10]</sup>  | 80.9 | 16.0(83.8) | 1.00(5.20)  | -          | 2.10(11.0)  |   |
|                      | 鲫鱼 <sup>[11]</sup>   | 78.0 | 18.2(82.7) | 2.50(11.4)  | 1.20(5.45) | 0.10(0.45)  |   |
|                      | 牙鲆鱼 <sup>[11]</sup>  | 78.0 | 19.1(86.8) | 1.20(5.45)  | 1.60(7.27) | 0.10(0.45)  |   |
|                      | 黑鲷 <sup>[13]</sup>   | 75.7 | 21.2(87.2) | 1.70(7.00)  | 1.40(5.76) | 0.00(0.00)  |   |
|                      | 真鲷 <sup>[11]</sup>   | 76.4 | 19.0(80.5) | 3.40(14.4)  | 1.00(4.24) | 0.20(0.86)  |   |
|                      | 秋刀鱼 <sup>[11]</sup>  | 67.8 | 20.6(64.0) | 10.30(32.0) | 1.30(4.04) | 0.00(0.00)  |   |
| 陆生动物 <sup>[10]</sup> | 鲭鱼 <sup>[11]</sup>   | 62.5 | 19.8(52.8) | 16.50(44.0) | 1.10(2.93) | 0.10(0.27)  |   |
|                      | 猪肉                   | 46.8 | 13.2(24.8) | 37.0(69.5)  | -          | 3.00(5.70)  |   |
|                      | 牛肉                   | 68.1 | 18.1(56.7) | 13.4(42.0)  | -          | 0.40(1.30)  |   |
|                      | 羊肉                   | 66.9 | 19.0(57.4) | 14.1(42.6)  | -          | 0.00(0.00)  |   |
|                      | 鸡肉                   | 69.0 | 19.3(62.2) | 9.40(30.3)  | -          | 2.30(7.50)  |   |

注:表中数据为两次测定值的平均值;括号内数据以干基计;-表示参考文献无该数据;陆生动物均为肥、瘦型。

## 2.2 氨基酸组成

由表 2 结果得出,总氨基酸和必需氨基酸(不含色氨酸)含量最高为螺蛳,其次为波纹巴非蛤,最低为近江牡蛎。从必需氨基酸/总氨基酸来看,这几种贝的比值符合 FAO/WHO 推荐值,说明这几种贝的氨基酸组成较为均衡。谷氨酸和天门冬氨酸作为对鲜味有影响的特征性氨基酸,其含量在几种贝中均处于较高水平,使得贝肉较其他肉类鲜味更显著。一般正常人体内的支/芳比在 3.0~3.5 之间,患肝病时支/芳比会降低为 1.0~1.5,相关研究表明食用高支/芳比的药物和食物对肝病患者的恢复有积极的作用<sup>[14-15]</sup>。

本实验中几种贝的支/芳比平均值为 2.29,因此食用贝类产品对于肝脏功能的维持和肝病的恢复也有着积极的作用。迟淑艳等<sup>[16]</sup>对华南 5 种贝的研究也得出相似结果。

## 2.3 氨基酸评分

本实验氨基酸评分是将所测样品中氨基酸的含量与 FAO/WHO 推荐模式的氨基酸含量进行比较,比值越接近 100,说明该氨基酸越容易被人体吸收。评分最低的为第一限制性氨基酸。从表 3 可以看出,海水贝中的长竹蛭、波纹巴非蛤与几种淡水贝的第一限制性氨基酸均为缬氨酸,而近江牡蛎的第一限制性氨基酸为亮氨酸。进一步分析得出,长竹蛭的各种必需氨基酸评分均低于其他种类的贝,可见长竹蛭的营养价值相对较低。全鸡蛋蛋白是动物蛋白质中最容易被人体所吸收的高质量蛋白质<sup>[17]</sup>,贝类蛋白的氨基酸评分总体略低于全鸡蛋蛋白,但赖氨酸含量略高于全鸡蛋蛋白。因此,将贝类与缺乏赖氨酸的食物(如粮谷类)进行配合食用,可以很好地发挥蛋白质的互补效应,从而显著提高这类食物的生物价。

表 2 几种海水和淡水贝肉的氨基酸组成

Tab. 2 Amino acid compositions of several marine and freshwater shellfish meat mg/100g 湿样

| 氨基酸        | 淡水贝    |        |        | 海水贝   |        |        |
|------------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|
|            | 河蚌     | 中华圆田螺  | 螺蛳     | 近江牡蛎  | 波纹巴非蛤  | 长竹蛏    |
| 天冬氨酸(Asp)  | 1 291  | 1 213  | 1 563  | 1 000 | 1 265  | 1 052  |
| 苏氨酸(Thr)*  | 581    | 535    | 695    | 440   | 615    | 482    |
| 丝氨酸(Ser)   | 602    | 535    | 690    | 425   | 535    | 453    |
| 谷氨酸(Glu)   | 2 021  | 1 871  | 2 395  | 1 417 | 1 995  | 1 693  |
| 甘氨酸(Gly)   | 505    | 675    | 841    | 625   | 991    | 772    |
| 丙氨酸(Ala)   | 713    | 690    | 905    | 570   | 871    | 883    |
| 半胱氨酸(Cys)  | 264    | 240    | 311    | 255   | 230    | 221    |
| 缬氨酸(Val)*  | 613    | 530    | 685    | 491   | 621    | 493    |
| 甲硫氨酸(Met)* | 422    | 305    | 385    | 300   | 391    | 328    |
| 异亮氨酸(Ile)* | 551    | 450    | 585    | 391   | 585    | 415    |
| 亮氨酸(Leu)*  | 1 041  | 915    | 1 210  | 523   | 972    | 746    |
| 酪氨酸(Tyr)   | 460    | 390    | 505    | 395   | 515    | 358    |
| 苯丙氨酸(Phe)* | 441    | 375    | 515    | 333   | 513    | 352    |
| 赖氨酸(Lys)*  | 992    | 780    | 981    | 662   | 933    | 734    |
| 组氨酸(His)*  | 260    | 200    | 255    | 265   | 282    | 225    |
| 精氨酸(Arg)   | 1 042  | 1 134  | 1 495  | 732   | 1 331  | 859    |
| 脯氨酸(Pro)   | 523    | 561    | 705    | 550   | 521    | 481    |
| 总氨基酸       | 12 322 | 11 399 | 14 721 | 9 374 | 13 166 | 10 547 |
| 必需氨基酸      | 4 901  | 4 090  | 5 311  | 3 405 | 4 912  | 4 256  |
| 必需氨基酸/总氨基酸 | 0.40   | 0.36   | 0.36   | 0.36  | 0.37   | 0.40   |
| 芳香族氨基酸     | 901    | 765    | 1020   | 728   | 1 028  | 710    |
| 支链氨基酸      | 2 205  | 1 895  | 2 480  | 1 405 | 2 179  | 1 654  |
| 支/芳比       | 2.45   | 2.48   | 2.43   | 1.93  | 2.12   | 2.33   |

注:表中数据为两次测定值的平均值;\*表示必需氨基酸。

表 3 几种海水和淡水贝肉的氨基酸评分值

Tab. 3 Amino acid scores of several marine and freshwater shellfish meat

| 必需氨基酸     | 淡水贝 |       |     | 海水贝  |       |     | 全鸡蛋 |
|-----------|-----|-------|-----|------|-------|-----|-----|
|           | 河蚌  | 中华圆田螺 | 螺蛳  | 近江牡蛎 | 波纹巴非蛤 | 长竹蛏 |     |
| Ile       | 87  | 101   | 98  | 94   | 91    | 75  | 130 |
| Leu       | 94  | 108   | 115 | 79*  | 86    | 76  | 120 |
| Lys       | 124 | 129   | 131 | 127  | 116   | 105 | 118 |
| Met + Cys | 123 | 128   | 132 | 152  | 115   | 112 | 179 |
| Phe + Tyr | 95  | 105   | 113 | 117  | 106   | 86  | 159 |
| Thr       | 91  | 111   | 116 | 106  | 96    | 86  | 135 |
| Val       | 77* | 88*   | 91* | 94   | 77*   | 70* | 115 |
| Trp       | -   | -     | -   | -    | -     | -   | 162 |

注:-表示没有测该数据;\*表示第一限制性氨基酸。

## 2.4 脂肪酸组成

由表 4 可以看出,淡水贝和海水贝的饱和脂肪酸均以棕榈酸(16:0)为主。对单不饱和脂肪酸而言,淡水贝以花生酸(20:1)居多,海水贝以油酸(18:1)居多;在多不饱和脂肪酸中,淡水贝主要为花生四烯酸(20:4),海水贝为二十碳五烯酸(EPA, 20:5)和二十二碳五烯酸(DHA, 22:6)。总体而言,海水贝的多不饱和脂肪酸多于淡水贝。 $\omega$ -3 多不饱和脂肪酸(EPA 和 DHA)

在心脑血管的功能改善方面有着非常好的作用,对心肌梗死、心律失常有一定的预防作用,同时还能够通过促进体内磷脂酰丝氨酸的积累而防止细胞的程序性死亡<sup>[18-20]</sup>,通常这两种脂肪酸也被用来衡量脂肪价值的重要指标。我们在分析中发现,属于淡水贝类的中华圆田螺完全不含 EPA 或 DHA,螺蛳和河蚌中 EPA 和 DHA 的含量总和分别为 5.32% 和 8.21%,而属于海水贝类的长竹蛏、波纹巴非蛤和近江牡蛎,其含量远高

于淡水贝,分别达 14.19%、25.51% 和 34.29%。在鱼类和贝类中,大多数的多不饱和脂肪酸必需通过食物获取,有研究表明藻类脂肪酸成分直接影响鱼贝类脂肪酸含量<sup>[21-23]</sup>,而海藻中的多不饱和脂肪酸尤其是 EPA 和 DHA 要高于淡水植物的含量<sup>[24-25]</sup>,因此海水贝中相应含有较高的 EPA 和 DHA。迟淑艳等<sup>[16]</sup>对波纹巴非蛤的脂肪酸进行了测定,饱和脂肪酸的结果与本实验结果一致,而单不饱和脂肪酸与多不饱和脂肪酸的含量相差较大,我们所测的波纹巴非蛤的单不饱和脂肪酸和多不饱和脂肪酸的结果分别为

24.11%、31.99%,迟淑艳等<sup>[16]</sup>的测定值分别为 39.28%、10.8%,可能是由于其栖息环境和采样季节不同所导致。宋凡<sup>[26]</sup>利用气象色谱法对猪肉中的脂肪酸进行测定,主要发现了 8 种脂肪酸,其中棕榈酸(16:0)和硬脂酸(18:0)占总脂肪酸的 40.43%,单不饱和脂肪酸占 42.38%,而多不饱和脂肪酸仅存在两种形式,一种是亚油酸(18:2),另一种是亚麻酸(18:3),分别占总脂肪酸的 15.24% 和 0.717%。与本研究中的几种贝类相比,猪肉缺乏多不饱和脂肪酸,因此针对老年人的营养健康,建议多食用贝类产品。

表 4 几种海水和淡水贝肉的脂肪酸组成

Tab. 4 Fatty acid profiles of several marine and freshwater shellfish meat

| 脂肪酸       | 淡水贝    |        |        | 海水贝    |        |        | % |
|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---|
|           | 河蚌     | 中华圆田螺  | 螺蛳     | 近江牡蛎   | 波纹巴非蛤  | 长竹蛭    |   |
| 14:0      | 0.92   | 3.96   | 3.47   | 3.92   | 3.05   | 4.98   |   |
| 15:0      | -      | 6.89   | 2.40   | -      | -      | -      |   |
| 16:0      | 27.15  | 28.99  | 23.96  | 24.14  | 25.27  | 25.20  |   |
| 16:1      | 6.01   | 2.89   | 1.56   | 2.92   | 6.80   | 6.99   |   |
| 17:0      | 4.12   | 4.18   | 3.73   | 2.29   | 2.29   | 1.85   |   |
| 18:0      | 7.14   | 9.94   | 9.10   | 6.32   | 13.29  | 10.85  |   |
| 18:1      | 14.30  | 8.03   | 5.82   | 10.30  | 11.92  | 15.26  |   |
| 18:2      | 5.62   | 9.48   | 6.09   | 1.85   | 1.03   | 0.93   |   |
| 18:3      | 8.71   | -      | 2.30   | -      | 0.70   | 1.59   |   |
| 20:1      | 14.06  | 16.53  | 18.58  | 10.6   | 5.39   | 6.47   |   |
| 20:2      | -      | -      | 3.98   | -      | 1.58   | 2.43   |   |
| 20:4      | 3.76   | 9.12   | 13.69  | 3.38   | 3.17   | 9.26   |   |
| 20:5      | 5.58   | -      | 4.18   | 20.92  | 13.05  | 9.22   |   |
| 22:6      | 2.63   | -      | 1.14   | 13.37  | 12.46  | 4.97   |   |
| 总计        | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |   |
| SFA       | 39.33  | 53.96  | 42.66  | 36.67  | 43.90  | 42.88  |   |
| UFA       | 60.67  | 46.04  | 57.34  | 63.34  | 56.10  | 57.12  |   |
| MUFA      | 34.37  | 27.44  | 25.96  | 23.82  | 24.11  | 28.72  |   |
| PUFA      | 26.30  | 18.60  | 31.38  | 39.52  | 31.99  | 28.40  |   |
| EPA + DHA | 8.21   | -      | 5.32   | 34.29  | 25.51  | 14.19  |   |

注: - 表示没检出;SFA 为饱和脂肪酸;UFA 为不饱和脂肪酸;MUFA 为单不饱和脂肪酸;PUFA 为多不饱和脂肪酸。

### 3 结论

不同品种的贝类在营养特性方面各有所长,人们可以“各取所需”,即根据不同的营养需求选择不同的品种。波纹巴非蛤和长竹蛭含有高达 75% 的蛋白质(以干基计),其灰分和脂肪含量居中,可以作为补充蛋白质的首选贝类;近江牡蛎和河蚌含有相对较高的总脂肪含量,而且其不饱和脂肪酸的比例约为 60%,是心血管疾病高风险人群(如中老年人)的首选贝类,但仅从补充 EPA 和 DHA 角度考虑,近江牡蛎等海水贝优于河蚌

等淡水贝类;淡水螺肉的灰分含量远远高于其它贝类,经常食用淡水螺有益于人体矿物质元素的补充。因此,按各种贝类的营养特点,将贝类分成 3 类,即以波纹巴非蛤和长竹蛭为代表的高蛋白贝类、以江牡蛎和河蚌为代表的多脂肪贝类和中华圆田螺和田螺为代表的高灰分贝类,这对指导人们按需选择贝类具有非常重要的意义。在以往的文献中,有根据鱼类的脂肪含量高低将鱼类划分为少脂鱼和多脂鱼的报道。但不同贝类品种之间为何会有如此大的营养差异、淡水螺为什么含有如此高的灰分、淡水螺中究竟主要含有

哪些矿质元素以及其有效性等方面有待进行更深入的研究。

### 参考文献:

- [1] MURCHIE L W, KERRY J P, LINTON M, et al. High pressure processing of shellfish: A review of microbiological and other quality aspects [J]. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 2005(6): 257 - 270.
- [2] FAUCONNEAU B. Health value and safety quality of aquaculture products [J]. *Bordeaux Aquaculture*, 2002, 153(5): 331 - 336.
- [3] FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations [M]. *Crop Prospects and Food Situation*, 2009.
- [4] 农业部渔业局. 中国渔业年鉴[M]. 北京: 中国农业出版社, 2011: 175 - 204.
- [5] 缪凌鸿, 刘波, 何杰, 等. 吉富罗非鱼肌肉营养成分分析与品质评价[J]. *上海海洋大学学报*, 2010, 19(5): 635 - 641.
- [6] FAO/WHO. Energy and protein requirement [R]. Report of Joint FAO/WHO, Geneva: WHO, 1981: 63.
- [7] 陈丽花, 肖作兵, 周培根. 中国对虾的脂肪酸分析及其营养价值评价[J]. *上海海洋大学学报*, 2010, 19(1): 125 - 129.
- [8] 雷晓凌, 吴晓萍, 张海花, 等. 南海八种贝类营养成分和限量元素含量的研究 [J]. *中国海洋药物*, 2001(2): 48 - 50.
- [9] 陈华絮. 雷州市沿海几种贝类营养成分的分析[J]. *中国食物与营养*, 2006(7): 49 - 51.
- [10] 李晓英, 李勇, 周淑青, 等. 两种淡水螺肉的营养成分分析与评价[J]. *食品科学*, 2010, 31(13): 276 - 279.
- [11] 陈元晓, 陈英杰, 张闻, 等. 云南省4种淡水贝类的营养成分和经济价值[J]. *四川解剖学杂志*, 2009, 17(2): 28 - 30.
- [12] 杨月欣, 王光亚, 潘兴昌. 中国食物成分表 2010[M]. 北京: 北京大学医学出版社, 2010: 36 - 69.
- [13] 鸿巢章二, 桥本周久. 水产利用化学[M]. 郭晓风, 邹胜祥, 译. 北京: 中国农业出版社, 1994.
- [14] 郭俊生, 赵法假, 周全. 大豆高产低芳氨基酸混合物在肝动不全治疗中的应用[J]. *营养学报*, 1990, 12(2): 128 - 133.
- [15] KANO T, NAGAKI M, TAKAHASHI T, et al. Plasma free amino acid pattern in chronic hepatitis as sensitive and prognostic index [J]. *Journal of Gastroenterology* 1991, 26(3): 344 - 349.
- [16] 迟淑艳, 周歧存, 周健斌, 等. 华南沿海5种养殖贝类营养成分的比较分析[J]. *水产科学*, 2007, 26(2): 79 - 83.
- [17] 范文询, 李泽英, 赵颐和. 蛋白质食物的营养评价[M]. 北京: 人民出版社, 1984: 42 - 44.
- [18] KIM H. Biochemical and biological functions of docosahexaenoic acid in the nervous system: modulation by ethanol [J]. *Chemistry and Physics of Lipids*, 2008, 153: 34 - 44.
- [19] 李阅兵, 刘承初, 陈苏, 等.  $\omega$ -3 脂肪酸及磷脂酰丝氨酸的益智作用研究进展[J]. *中国油脂*, 2011, 36(9): 51 - 55.
- [20] FREUND-LEVI Y, ERIKSDOTTER-JONHAGEN M, CEDERHOLM T.  $\omega$ -3 Fatty Acid Treatment in 174 Patients With Mild to Moderate Alzheimer Disease: OmegaAD Study [J]. *Archives of Neurology*, 2006, 63: 1402 - 1405.
- [21] ACKMA R G. Fatty acids in fish and shellfish [J]. *Fatty acids in Foods and their Health Implications*, 2000, 58: 153 - 172.
- [22] BELL M V, HENDERSON R J, SARGENT J R. The role of polyunsaturated fatty acids in fish [J]. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B*, 1986, 83(4): 711 - 719.
- [23] 陆开宏, 林霞. 13种饵料微藻的脂肪酸组成特点及在河蟹育苗中的应用[J]. *宁波大学学报: 理工版*, 2001, 14(3): 27 - 31.
- [24] 董丽华, 游江涛, 林秋奇, 等. 三种海洋微藻和三种淡水微藻脂肪酸组成特征的比较分析[J]. *热带亚热带植物学报*, 2004, 12(3): 226 - 232.
- [25] 陆开宏, 林霞. 海、淡水驯化对5种微藻脂肪酸的影响[J]. *水生生物学报*, 2001, 25(2): 179 - 183.
- [26] 宋凡. 气象色谱法测定猪肉脂肪酸组成[J]. *饲料工业*, 2007, 28(11): 38 - 39.

## Comparison of macronutrient components of several marine and freshwater shellfish

LI Yue-bing<sup>1</sup>, SUN Li-chun<sup>1</sup>, LIU Cheng-chu<sup>1,2</sup>, LI Jia-le<sup>3,4</sup>

(1. College of Food Science and Technology, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China; 2. Institute of Marine Sciences, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China; 3. College of Fisheries and Life Science, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China; 4. Aquaculture Division, E-Institute of Shanghai Universities, Shanghai 201306, China;)

**Abstract:** This paper reported and compared macronutrient components of six species of marine and freshwater shellfish in China. Marine shellfish species included *Crassostrea ariakensis* (the Jinjiang or Asian oyster), *Solen strictus* (razor clam), and *Paphia undulata* (short-necked clam or undulated surf clam). Freshwater species were *Anodonta woodiana* (Chinese pond mussel, the Eastern Asiatic freshwater clam or swan-mussel), *Cipangopaludina cathayensis* (river snail), and *Bellamya purificata* (mud snail). No significant differences were found in water content of edible portions among all species except the Chinese pond mussel. However, remarkable differences were detected in contents of crude protein, lipid, and ash. Razor and short-necked clam was classified as shellfish with high protein, containing approximately 75% protein, 8% lipid, and 14% ash (at dry mass), respectively. Chinese pond mussel and the Jinjiang oyster belonged to shellfish species rich in lipid (14% lipid, 50% protein, and 6% ash). River and mud snails were grouped as shellfish with high ash (30% ash, 60% protein, and 3% lipid). Based on amino acid scores, protein quality of these shellfish was slightly lower than whole egg protein in general. However, score of lysine was higher than that of whole egg protein, indicating that shellfish meat can exert better complementary effects of proteins if combining with food stuffs in lack of lysine especially grains and cereals. Regarding lipid quality, marine shellfish showed more advantages than freshwater species since the former contained higher poly-unsaturated fatty acids especially eicosapentaenoic acid (EPA) and docosahaenoic acid (DHA) than the latter. The total amount of EPA and DHA in razor and short-necked clams, and the Jinjiang oyster was 14.19%, 25.51% and 34.29%, respectively. However, no EPA or DHA was detected in river snail. In mineral nutrients, two species of snails possessed promising potential and might be applied in development of natural dietary supplements for minerals. This study provided useful information for consumers during decision on shellfish selection according to their nutritional requirements (fit for purpose).

**Key words:** marine shellfish; freshwater shellfish; macronutrient components; amino acid composition; fatty acid profiles