

采珠后三角帆蚌肉和外套膜的营养成分分析

周海燕¹, 刘振华¹, 刘承初^{1,*}, 李应森², 李家乐², 苏意诚³

(1. 上海水产大学食品学院, 上海 200090; 2. 上海水产大学生命学院, 上海 200090; 3. 美国俄勒冈州立大学海洋食品研究室)

摘要:三角帆蚌为一种中国特有的河蚌资源,常用于珍珠的人工培育。经它育成的珍珠产量高、质量好,但珍珠采收后,其壳、肉和外套膜均被视作废弃物而丢弃。为了有效利用三角帆蚌采珠后的废弃物,本论文对三角帆蚌肉和外套膜的营养成分进行了分析。结果表明,三角帆蚌肉和外套膜中含有丰富的蛋白质(蚌肉:54.07%;外套膜:45.74%)、糖类(蚌肉:35.85%;外套膜:45.56%)以及矿物质元素,特别是钙(蚌肉:168.60mg/100g;外套膜:406.59mg/100g)。在三角帆蚌肉和外套膜的含氮成分中,97%以上为蛋白质,其中大部分为水溶性和碱溶性蛋白,蚌肉中二者的总和占全氮量的90.59%,外套膜达65.23%。就氨基酸组成而言,三角帆蚌肉的营养价值高于大豆蛋白,而外套膜因含有大量的胶原蛋白(40.07%),其营养价值低于大豆蛋白。除此之外,三角帆蚌肉和外套膜的脂肪中还含有较高比例的不饱和脂肪酸(蚌肉:72.71%;外套膜:77.73%),比一般淡水鱼的62.23%高10%以上。可见,三角帆蚌肉和外套膜均具有一定的开发利用价值。

关键词:三角帆蚌肉, 外套膜, 营养成分, 废弃物

Abstract: *Hyriopsis cumingii* is a kind of freshwater clams and widely cultured in China to produce pearls. However, after the pearls are harvested, the clam is discarded. Nutritional components of *Hyriopsis cumingii* meat and mantle were studied in this paper. Results show that the mantle and meat of *Hyriopsis cumingii* were rich in crude protein (meat: 54.07%; mantle: 45.74%), carbohydrate (meat: 35.85%; mantle: 45.56%), and minerals especially Ca (meat: 168.60 mg/100g; mantle: 406.59 mg/100g). Among the nitrogen components of meat and mantle from *Hyriopsis cumingii*, protein nitrogen reached over 97%. The majority of protein is water- and alkaline-soluble protein and accounted for 65.23% in the mantle and 90.59% in the meat, respectively. Comparing with pattern of human essential amino acids (FAO/WHO, 1973), the nutritional value of *Hyriopsis cumingii* meat was higher than soybean

protein, while that of *Hyriopsis cumingii* mantle was lower than soybean protein due to its high content of collagen (40.07%). In addition, unsaturated fatty acids were rich in the lipids from *Hyriopsis cumingii* meat and mantle and reached 72.71% and 77.73%, respectively. Therefore, *Hyriopsis cumingii* meat and mantle possess potential of utilization.

Key words: *Hyriopsis cumingii* meat; mantle; nutritional; waste

中图分类号: TS254.1 文献标识码: B
文章编号: 1002-0306(2006)11-0170-04

三角帆蚌(*Hyriopsis cumingii*)又称河蚌、珍珠蚌、三角蚌,它属于淡水双壳类软体动物,属瓣鳃纲、珠蚌科、帆蚌属。三角帆蚌是中国特有的河蚌资源,又是育珠的好材料,由它育成的珍珠质量好、产量高,大约80~120个蚌可育成无核珍珠500g,还可育有核珍珠和彩色珍珠等大粒晶莹的名贵珍珠^[1]。但由于缺乏有效的加工手段,三角帆蚌采珠后剩余的软体部分,除了少部分用作饲料外,往往都丢弃处理。实际上,三角帆蚌肉一身是宝,除了养育珍珠外,蚌壳、蚌肉、蚌泪(蚌内体液)也都富含有用的生物物质,有许多重要用途。为了有效利用采珠后的三角帆蚌,本论文分别对三角帆蚌的肉和外套膜的营养成分进行了测定,以便为进一步研究采珠后的废弃物—三角帆蚌肉(除外套膜)和外套膜的综合利用提供科学依据,从而提高其附加值,变废为宝,同时减轻环境污染。

1 材料与方法

1.1 实验材料

三角帆蚌肉和外套膜由浙江省诸暨市天地润珠宝有限公司提供。采样的方法为:将育有珍珠的三角帆蚌(4~5龄)剖开取出珍珠,然后再把外套膜和蚌肉

收稿日期: 2006-08-14 *通讯联系人

作者简介: 周海燕(1981-),女,硕士研究生,研究方向:食品营养与卫生。

基金项目: 上海市重点学科建设项目(T1102)和农业部农业结构调整重大技术研究专项项目(06-05-05B)资助。

取出分别放置于样品袋中,在低温条件下(保温箱+冰袋)运回实验室。外套膜和蚌肉经清洗后,分别装入样品袋中(500g/袋)贮存于-18℃条件下备用。

1.2 实验方法

1.2.1 水分测定 采用直接干燥法(105℃)进行测定(GB 5009.3—85)。

1.2.2 粗蛋白质测定 采用微量凯氏定氮法进行测定(GB5009.3—85),粗蛋白质与总氮含量的换算系数为6.25。

1.2.3 总糖的测定 采用3,5-二硝基水杨酸(DNS)法进行测定^[2],以葡萄糖标准液绘制标准曲线,从上方找到相应的总糖浓度,然后按下式计算总糖含量:

$$\text{总糖}(\%) = \text{水解后还原糖毫克数} \times \text{样品稀释倍数} \times 100 / \text{样品量}$$

1.2.4 脂肪测定 采用索氏抽提法进行测定(GB 5009.4—85)。

1.2.5 灰分的测定 采用灼烧重量法,550~600℃灼烧4h(GB 5009.4—85)。

1.2.6 三角帆蚌肉和外套膜中总氮的分布 参照志水宽(1960)的方法进行测定^[3]。

1.2.7 氨基酸组成的测定 采用瑞典 Pharmacia 公司的 Biochrom20 氨基酸自动分析仪进行测定。样品采用6mol/L的盐酸在110℃下水解22h,标准混合氨基酸液采用Sigma A2908,显色剂为茚三酮溶液,详细方法参见GB/T5009.124—2003。因色氨酸被盐酸水解所破坏,故用3.3mol/LNaOH在110℃水解样品22h,用荧光法测定^[4],并采用标准加入法来校正因其他组分存在而导致的荧光熄灭。

1.2.8 脂肪酸组成的测定 采用气相色谱法进行测定^[5]。样品首先用0.5mol/L KOH在沸水浴下水解10min,冷却后,加入BF₃甲醇溶液沸水浴5min,然后用石油醚提取脂肪酸,吹氮气浓缩到一定浓度即在Agilent 6890N型气相色谱仪上进行色谱分析。

1.2.9 矿物质及微量元素的测定 磷含量采用钼蓝比色法进行测定(GB12393—90);钾、钠、钙、镁、铁、

铜、锌、锰、镉、铅等元素的含量采用原子吸收法(PE-2280型原子吸收分光光度计)进行测定^[6]。

2 结果与讨论

2.1 三角帆蚌肉和外套膜的基本成分

按照上述实验方法,对三角帆蚌肉(除外套膜蚌)和外套膜中的粗蛋白、脂肪、水分、灰分和总糖进行了测定,结果见表1。

由表1可知,除水分以外,三角帆蚌肉中含量最丰富的成分是粗蛋白,达到其干物质含量的54.07%;其次为总糖和粗脂肪,分别占干物质的35.85%、8.82%。而在外套膜中,含量最丰富的粗蛋白占干物质的45.74%;其次为总糖,含量达45.56%。可见,三角帆蚌肉和外套膜含有丰富的蛋白质和糖类物质,具有很大的开发利用潜力。

2.2 三角帆蚌肉和外套膜中总氮分布

三角帆蚌肉(除外套膜)和外套膜中总氮的分布如表2。无论是三角帆蚌肉,还是外套膜,蛋白氮均占97%以上。三角帆蚌肉中含量最高的蛋白是碱溶性蛋白(61.12%),其次是水溶性蛋白(29.47%),含量最低的是碱不溶性蛋白(仅为7.06%);而对于外套膜来说,含量最高的蛋白也为碱溶性蛋白(40.91%),其次为碱不溶性蛋白(32.04%)。可见,虽然三角帆蚌外套膜的碱溶性蛋白含量要比蚌肉低约20%,但外套膜中的碱不溶性蛋白却比蚌肉要高出25%左右,表明外套膜中含有比蚌肉更多的结缔组织成分,如胶原蛋白等。

2.3 三角帆蚌肉和外套膜的氨基酸组成

经测定,三角帆蚌肉和外套膜中的必需氨基酸含量都很丰富,分别占氨基酸总量的42.25%和32.60%(表3)。在蚌肉中含量最多为谷氨酸(5.67%),其次为赖氨酸(3.91%)和天冬氨酸(3.70%),其中呈鲜味的氨基酸—谷氨酸、天冬氨酸,它们占氨基酸总量的24.53%,这表明三角帆蚌肉中含有大量的鲜味氨基酸,从而使蚌肉具有独特的鲜

表1 三角帆蚌肉(除外套膜)和外套膜的基本成分(%)

| | 水分 | 粗蛋白 | 粗脂肪 | 总糖 | 灰分 |
|----------|-------------|---------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|
| 外套膜 | 83.21±0.055 | 7.68± 0.060* (45.74**) | 0.77± 0.030 (4.59) | 7.65± 0.005 (45.56) | 0.68± 0.015 (4.05) |
| 蚌肉(除外套膜) | 77.66±0.015 | 12.08± 0.130 (54.07) | 1.97± 0.010 (8.82) | 8.01± 0.010 (35.85) | 0.29± 0.017 (1.30) |

注:*代表湿基百分含量;**代表干基百分含量。

表2 三角帆蚌肉(除外套膜)和外套膜的总氮分布(%)

| | 非蛋白氮 | 蛋白氮 | | |
|----------|------------|-------------|-------------|-------------|
| | | 水溶性蛋白 | 水不溶性蛋白 | |
| | | | 碱溶性蛋白 | 碱不溶性蛋白 |
| 蚌肉(除外套膜) | 2.35±0.006 | 29.47±0.127 | 61.12±0.219 | 7.06±0.011 |
| 外套膜 | 2.73±0.010 | 24.32±0.119 | 40.91±0.196 | 32.04±0.102 |

表 3 三角帆蚌肉(除外套膜)和外套膜中氨基酸组成(%)

| 氨基酸 | 蚌肉(除外套膜) | 外套膜 | 氨基酸 | 蚌肉(除外套膜) | 外套膜 |
|------|----------------|-------------|------|------------|------------|
| 谷氨酸 | 5.67*(14.84**) | 5.00(14.44) | 丙氨酸 | 1.81(4.74) | 1.61(4.65) |
| 赖氨酸 | 3.91(10.24) | 2.09(6.04) | 苯丙氨酸 | 1.69(4.42) | 1.24(3.58) |
| 天冬氨酸 | 3.70(9.69) | 3.99(11.53) | 酪氨酸 | 1.59(4.16) | 0.68(1.97) |
| 精氨酸 | 3.40(8.90) | 3.41(9.85) | 蛋氨酸 | 0.82(2.15) | 0.77(2.22) |
| 亮氨酸 | 2.87(7.51) | 1.57(4.53) | 胱氨酸 | 0.78(2.04) | 0.77(2.22) |
| 异亮氨酸 | 2.63(6.88) | 1.58(4.56) | 组氨酸 | 0.57(1.49) | 0.48(1.39) |
| 甘氨酸 | 2.02(5.29) | 2.95(8.52) | 脯氨酸 | 0.46(1.21) | 1.79(5.17) |
| 苏氨酸 | 1.90(4.97) | 1.74(5.03) | 色氨酸 | 0.43(1.13) | 0.46(1.33) |
| 缬氨酸 | 1.89(4.95) | 1.84(5.31) | 羟脯氨酸 | 0.24(0.63) | 1.30(3.76) |
| 丝氨酸 | 1.82(4.76) | 1.35(3.90) | 总量 | 38.20(100) | 34.62(100) |

注:*代表占干基的百分含量;**代表占总氨基酸的百分含量。

表 4 三角帆蚌肉(除外套膜)和外套膜的必需氨基酸(mg/g 蛋白质)与大豆蛋白的比较

| 必需氨基酸 | 蚌肉(除外套膜) | 外套膜 | 大豆 ^① | 人体氨基酸模式 ^② |
|------------|----------|-------|-----------------|----------------------|
| 异亮氨酸 | 49 | 35 | 60 | 40 |
| 亮氨酸 | 53 | 34 | 80 | 70 |
| 赖氨酸 | 72 | 46 | 68 | 55 |
| 蛋氨酸+胱氨酸 | 29 | 34 | 17 | 35 |
| 苯丙氨酸+酪氨酸 | 61 | 42 | 53 | 60 |
| 苏氨酸 | 35 | 38 | 39 | 40 |
| 色氨酸 | 8 | 10 | 14 | 10 |
| 缬氨酸 | 35 | 40 | 53 | 50 |
| 总计 | 328 | 262 | 384 | 360 |
| 氨基酸评分 | 70 | 48.6 | 49 | 100 |
| (第一限制性氨基酸) | (缬氨酸) | (亮氨酸) | (蛋氨酸+胱氨酸) | (-) |

味,故在蚌肉的利用上我们可以考虑生产调味品、汤料等食品添加剂。而在外套膜中除了一些呈味氨基酸含量丰富外,还含有大量的与胶原蛋白有关的羟脯氨酸(1.30%)、脯氨酸(1.79%)和甘氨酸(2.95%),它们氨基酸的总量占总氨基酸含量的17.45%。若按胶原蛋白与羟脯氨酸的换算系数为14.1^[7],我们可以计算出外套膜中胶原蛋白的含量大约占干物质的18.33%,占粗蛋白含量的40.07%,由此可以证明外套膜中含有大量的胶原蛋白。故我们可以考虑回收外套膜中的胶原蛋白用于生产保健以及医药用品。

以1973年联合国粮农组织(FAO^⑧)规定的人体必需氨基酸模式为标准,对三角帆蚌肉(除外套膜)和外套膜中的氨基酸组成及氨基酸评分(化学评分),结果见表4。

从表4中可以看出,尽管三角帆蚌肉与外套膜中的粗蛋白含量相差不大(8.33%),但是蚌肉的氨基酸评分比外套膜高出了31%,而且蚌肉中必需氨基酸模式相对较合理且营养价值高于大豆蛋白,可以作为一种优质蛋白源为人类提供营养。

2.4 三角帆蚌肉和外套膜的脂肪酸组成

我们通过气相色谱法对三角帆蚌肉(除外套膜)和外套膜中的脂肪酸组成进行了测定,结果如表5。

由表5可以看出,三角帆蚌肉和外套膜中都具有较长的碳链和多不饱和脂肪酸,其碳原子在14~22之间。其中外套膜和蚌肉(除外套膜)的不饱和脂肪酸分别达到了77.73%和72.71%,比一般的淡水鱼

(62.23%)、蛤仔肉及内脏(59.54%)和黄鳍金枪鱼(55.87%)等水产品都要高。

在不饱和脂肪酸中,不论蚌肉,还是外套膜含量最高的都是二十碳烯酸,分别占了总脂肪酸含量的54.43%和37.25%;其次是DHA,且外套膜(9.18%)中要稍高于蚌肉(8.24%)。但EPA含量蚌肉(6.98%)中要明显高于外套膜(3.44%)。总的来看,它们的DHA的含量比淡水鱼要高,但比蛤仔肉及内脏的17.43%和黄鳍金枪鱼的24.32%要低。蚌肉的EPA含量比黄鳍金枪鱼要高,但比淡水鱼和蛤仔肉及内脏要低。研究表明,DHA、EPA具有许多促进健康的作用,如抗氧化、延衰老、降血糖、降血脂等;同时DHA、EPA还可以减轻由胶原所致的关节炎的症状,并有抗皮炎作用,起到抑癌作用^[12]。因此,从不饱和脂肪酸来看,三角帆蚌肉和外套膜均具有较高的营养价值。

2.5 三角帆蚌肉和外套膜的矿物质及微量元素的含量

表6为三角帆蚌肉和外套膜的矿物质和微量元素含量。结果表明,不论是外套膜还是蚌肉均含有丰富的矿物质,其中含量最高的均为钙,其次为磷。外套膜和蚌肉的钙含量分别达406.59mg/100g和168.60mg/100g,磷含量为142.85mg/100g和134.57mg/100g;外套膜和蚌肉的钙磷比分别为2.85:1和1.25:1,能被人体有效吸收,故可把三角帆蚌肉和外套膜开发成补钙食品。

除钙、磷外,三角帆蚌肉和外套膜中还含有丰富

表 5 三角帆蚌肉(除外套膜)和外套膜中脂肪酸组成(%)

| 脂肪酸组成 | 外套膜 | 蚌肉(除外套膜) | 淡水鱼# | 蛤仔肉和内脏# | 黄鳍金枪鱼# |
|--------------------------------------|-------|----------|-------|---------|--------|
| C _{14:0} (豆蔻酸) | 0.17 | 1.05 | 8.64 | 3.95 | 2.85 |
| C _{15:0} (十五碳酸) | 0.33 | 0.64 | 1.33 | 2.96 | 0.66 |
| C _{16:1} (棕榈油酸) n-7 | 4.42 | 9.41 | 19.41 | 10.96 | 4.82 |
| C _{16:0} (棕榈酸) | 14.87 | 16.76 | 22.61 | 24.56 | 27.68 |
| C _{17:0} (十七碳酸) | 1.92 | 3.27 | 1.33 | - | 2.3 |
| C _{18:2} (亚油酸) 2n-6 | 4.4 | 5.88 | 6.52 | - | 0.99 |
| C _{18:1} (顺式油酸) 1n-9 | 0.77 | 1.04 | 22.08 | 6.36 | 19.5 |
| C _{18:1} (反式油酸) 1n-9 | 1.09 | 2.26 | - | - | - |
| C _{18:0} (硬脂酸) | 4.97 | 5.62 | 3.59 | 8.99 | 8.21 |
| C _{20:5} (二十碳五烯酸 EPA) 5n-3 | 3.44 | 6.98 | 8.64 | 17 | 5.04 |
| C _{20:1} (二十碳烯酸) 1n-9 | 54.43 | 37.25 | 0.53 | 7.79 | 1.2 |
| C _{20:0} (二十碳酸) | - | 0.48 | 0.27 | - | 0.44 |
| C _{22:6} (二十二碳六烯酸 DHA) 6n-3 | 9.18 | 8.24 | 5.05 | 17.43 | 24.32 |
| C _{22:1} (芥酸) 1n-9 | - | 1.15 | - | - | - |
| 总的脂肪酸含量 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 其中不饱和脂肪酸含量 | 77.73 | 72.71 | 62.23 | 59.54 | 55.87 |
| DHA+EPA | 12.62 | 15.22 | 13.69 | 34.43 | 29.36 |

注:#参考:水产利用化学^[10](鸿巢、桥本);食品科学手册^[11]([日]食品科学手册编辑委员会编,中译本)。

表 6 三角帆蚌肉(除外套膜)和外套膜中矿物质及微量元素的含量(mg/100g湿基计)

| 矿物质元素 | 蚌肉(除外套膜) | 外套膜 | 矿物质元素 | 蚌肉(除外套膜) | 外套膜 |
|-------|--------------|--------------|-------|-------------|-------------|
| 钙 | 168.60±0.591 | 406.59±0.430 | 铁 | 15.06±0.552 | 18.86±0.511 |
| 磷 | 134.57±0.427 | 142.85±0.599 | 铜 | 14.70±0.598 | 4.73±0.141 |
| 钾 | 39.38±0.376 | 23.95±0.385 | 锌 | 4.77±0.076 | 5.47±0.099 |
| 镁 | 33.07±0.468 | 27.38±0.361 | 铅 | 0.086±0.023 | 0.089±0.001 |
| 锰 | 31.55±0.362 | 74.58±0.481 | 镉 | 0.061±0.006 | 0.056±0.006 |
| 钠 | 28.33±0.714 | 28.62±0.502 | | | |

的钾、镁、锰、钠,这些矿物质元素均为人体必需,因此,可将三角帆蚌肉和外套膜开发为多种矿物质和微量元素的膳食补充剂。

至于三角帆蚌肉和外套膜中铜、镉、铅等有害元素,其含量均低于国家规定食品中的限量标准,即铜 $\leq 50\text{mg}/\text{kg}^{[13]}$ 、镉 $\leq 0.1\text{mg}/\text{kg}^{[14]}$ 、铅 $\leq 0.5\text{mg}/\text{kg}^{[15]}$ 。

综上所述,三角帆蚌肉和外套膜均含有丰富的蛋白质、碳水化合物以及矿物质元素,其脂类中还含有70%以上的不饱和脂肪酸,具有一定的开发利用价值。我们计划对蚌肉和外套膜中的蛋白质进行回收,并研究其功能特性和做为添加剂应用于糕点和冰淇淋等食品生产的可能性,从而提高三角帆蚌废弃物利用率。

参考文献:

- [1] 钱名全.名特水产介绍—三角帆蚌[J].湖南农业,2004(8):16.
- [2] 北京大学生物系生物化学教研室编.生物化学实验指导[M].北京:人民教育出版社,1980.22-24.
- [3] Daniel E D, Sidney U. Spectrophotofluorometric determination of tryptophan in plasma and of tryptophan and tyrosine in protein hydrolysates[J]. J Biol Chem, 1956:223-313.
- [4] 志水宽,清水恒.水产动物に関する研究—XXVIII 鱼类肌肉の蛋白組成[J].日水誌,1960,26(8):806-809.
- [5] 卢艳杰主编.油脂检测技术[M].北京:化学工业出版社,

2004. 221~224.

- [6] 黄伟坤等编著.食品检验与分析[M].北京:中国轻工业出版社,1989.193~251.
- [7] Iona Kolodziejska, Zdzislaw E Sikorski Celina Nieceikowska. Parameters affecting the isolation of collagen from squid (*Illex argentinus*) skins[J]. Food Chem, 1999, 66(2):153-157.
- [8] Joint FAO/WHO Ad Hoc Expert Committee. WHO Tech Rep Ser, No 522, FAO Nutrition Meeting Rep, Ser, No 52, World Health Organization[M]. Geneva; FAO, Rom, 1973.523.
- [9] 王光慈.食品营养学[M].北京:中国农业出版社,2001.10-18, 48-55.
- [10] 鸿巢章二,桥本周久编.水产利用化学[M].北京:中国农业出版社,1994.98-147.
- [11] 食品科学手册编辑委员会编.食品科学手册[M].北京:中国轻工业出版社,1989.49.
- [12] 霍军生.食用油的营养[J].饮食科学,2005(3):16..
- [13] GB 15199—1994 食品中铜限量卫生标准、NY 5073—2001 无公害食品 水产品中有毒有害物质限量.
- [14] GB 14961—1994 食品中镉限量卫生标准、NY 5073—2001 无公害食品 水产品中有毒有害物质限量.
- [15] GB 14395—1994 食品中铅限量卫生标准、NY 5073—2001 无公害食品 水产品中有毒有害物质限量.