

# 南极帽贝(*Nacella concinna*)与斗嫁蛾(*Cellana grata*)的营养成分分析及评价

梁玉<sup>1</sup>,张莉<sup>1\*</sup>,杨利珠<sup>1</sup>,刘晓收<sup>2</sup>,林岿璇<sup>3</sup>

(1. 中国海洋大学食品科学与工程学院,山东 青岛 266003;2. 中国海洋大学海洋生命学院,山东 青岛 266003;  
3. 中国环境科学研究院国家环境保护河口与海岸带环境重点实验室,北京 100012)

**摘要:**为全面评价南极帽贝的营养价值,对南极帽贝和斗嫁蛾的主要营养成分进行了分析比较。结果表明:南极帽贝的蛋白质含量为66.88%,脂肪含量为13.44%,均比斗嫁蛾略高;钙、镁2种元素在2种帽贝中含量丰富;南极帽贝中镉的含量是斗嫁蛾镉含量的十倍之多,未在斗嫁蛾中检测到铅。南极帽贝共检测出13种脂肪酸,与斗嫁蛾相比不饱和脂肪酸含量较多;南极帽贝中牛磺酸的含量达到2.81%,高于斗嫁蛾的1.80%。南极帽贝氨基酸总量低于斗嫁蛾,但必需氨基酸所占的比例达到42.03%,高于斗嫁蛾;含量最高的是谷氨酸,第一限制性氨基酸为色氨酸;必需氨基酸指数、生物价、营养指数和氨基酸比值系数均低于斗嫁蛾。

**关键词:**南极帽贝;斗嫁蛾;主要成分;营养评价

**中图分类号:**S932.6 **文献标志码:**A **文章编号:**1003-6482(2016)04-120-08

## 引言

南极帽贝(*Nacella concinna*)是1种分布较为广泛的海洋软体动物,它一般栖息于南极的潮间带,数量庞大,隶属于帽贝总科(Patellidae)<sup>[1]</sup>。南极帽贝作为生态系统食物链的次级掠食动物,在亚南极海洋生态系统中占有重要地位。目前对于南极帽贝的报道主要是关于种群结构<sup>[2-3]</sup>和生态学方面<sup>[4-5]</sup>的研究,对其营养成分的组成和营养评价方面的报道则较少。斗嫁蛾(*Cellana grata*),是另外一种帽贝种属,与南极帽贝属于同种门、纲、目和科,它广泛分布于我国台湾和福建以南的沿海,因其味道鲜美,又被誉为“小鲍鱼”<sup>[6]</sup>。帽贝作为一种营养丰富的海洋资源,具有很大的开发利用价值,本文对南极帽贝和浙江南麂列岛国家级自然保护区的斗嫁蛾的营养成分进行了比较分析,旨在丰富海产经济贝类研究内容,为南极帽贝资源的研究和开发提供基础资料,对贝类资源保护具有重要意义。

## 1 材料与方法

### 1.1 实验材料

南极帽贝采自南极乔治王岛菲尔德斯半岛长城站潮间带(58°57'52"W, 62°12'59"S)(中国第29次南极科学考察,2013年1~3月);斗嫁蛾采自浙江南麂列岛国家海洋自然保护区竹屿岛潮间带(121°6'35"E, 27°28'1"N)(2014年5月)。

### 1.2 测定方法

粗蛋白含量测定:采用半微量凯氏定氮法(GB/T 5009.5-2010);粗脂肪含量测定:采用索氏抽提法

基金项目:南北极环境综合考察与评估专项(CHINARE2015-02-01, CHINARE2015-04-01);青岛市公共领域科技支撑计划项目(12-1-3-34-nsh)资助

第一作者简介:梁玉(1988-),女,硕士研究生,研究方向为食品化学与营养,E-mail:2008xianfan@163.com

\*通讯作者:张莉,E-mail:qdzhangli@ouc.edu.cn

收稿日期:2015-05-14

(GB/T 5009.6-2003); 灰分含量测定: 采用高温灼烧法 (GB/T 5009.4-2010); 矿物质元素含量测定: 采用火焰原子吸收分光光度法。样品经酸消化后, 采用 Shimadzu AA6800 型原子吸收分光光度计分析; 脂肪酸含量测定: 采用气相色谱分析法。样品经冷冻干燥, 用 KOH/CH<sub>3</sub>OH 皂化, HCl/CH<sub>3</sub>OH 甲酯化后, 用 Agilent 7890A 型气相色谱仪进行分析; 牛磺酸含量测定: 采用柱前衍生离子色谱法, 样品经前处理后, 加入定量的 OPA 衍生反应试剂, 用 Agilent1260 液相色谱仪进行分析; 氨基酸含量测定: 样品经盐酸水解后, 用日立 Hitachi L8800 型氨基酸自动分析仪进行分析; 色氨酸含量测定: 采用氢氧化锂水解法, 用 Agilent1260 液相色谱仪进行分析。

### 1.3 营养价值评价

采用非生物学评价方法, 即将待测蛋白的必需氨基酸组成比例与参照蛋白进行比较, 以此来评价待测蛋白的营养价值<sup>[7]</sup>。

#### 1.3.1 化学评分 (CS)

化学评分根据 FAO 推荐的方法。若化学评分值越接近 100, 则与全鸡蛋蛋白的必需氨基酸组成越接近, 说明营养价值就越高<sup>[8]</sup>。其计算公式如下:

$$CS = \frac{(Ax)(Ee)}{(Ae)(Ex)} \times 100\%$$

式中: Ax: 待测蛋白中某种必需氨基酸的含量;

Ae: 待测蛋白中所有必需氨基酸的总量;

Ex: 标准蛋白中相应必需氨基酸的含量;

Ee: 标准蛋白中所有必需氨基酸的总量;

#### 1.3.2 氨基酸评分 (AAS)

氨基酸评分参照 Bano 的方法。若氨基酸评分值越接近 100, 则与 FAO/WHO 标准模式的氨基酸组成越接近, 说明待测蛋白营养价值就越高<sup>[9]</sup>。其计算公式如下:

$$AAS = \frac{Ax}{Ao} \times 100\%$$

式中: Ax: 待测蛋白中某种必需氨基酸的含量;

Ao: WHO/FAO 评分模式中对应的必需氨基酸的含量;

#### 1.3.3 必需氨基酸指数 (EAAI) 和生物价 (BV)

必需氨基酸指数采用 Osor 提出的理论: 综合考虑了待测蛋白中必需氨基酸的相互作用, 而不再是单独计算某一种必需氨基酸。若必需氨基酸指数值越接近于 100, 则待测蛋白与全鸡蛋蛋白的必需氨基酸组成越接近, 说明待测蛋白营养价值就越高<sup>[10]</sup>。其计算公式如下:

$$EAAI = \sqrt[n]{\frac{Lys^x}{Lys^e} \times \frac{Trp^x}{Trp^e} \times \Delta \times \frac{His^x}{His^e}} \times 100$$

式中: x: 待测蛋白;

e: 标准蛋白 (全鸡蛋蛋白);

n: 用于比较的氨基酸个数;

采用 Osor 方法, 用 EAAI 来预测生物价<sup>[11]</sup>, 用 EAAI 预测 BV 值的经验公式如下:

$$BV = 1.09 \times EAAI - 11.7$$

其中, 生物价越高, 表明待测食物蛋白被机体利用程度也越高, 即食物蛋白质中的氨基酸主要用途是合成人体蛋白, 而不是经肝、肾代谢释放出能量, 更不是由尿排出多余的氮, 因此, 可以减少肝肾的负担。

#### 1.3.4 营养指数 (NI)

营养指数是根据 Crisan 和 Sands 的方法, 用蛋白质含量和必需氨基酸指数的乘积来表示的, 它反映了蛋白质的含量及其氨基酸组成两者之间的关系。待测食物的蛋白质含量越高, EAAI 值越大, 则营养指数值越高, 待测食物蛋白的营养价值也就越高<sup>[12]</sup>。其计算公式如下:

$$NI = \frac{(EAAI)(PP)}{100}$$

式中: EAAI: 必需氨基酸指数;

PP: 待测食物蛋白的百分含量;

### 1.3.5 氨基酸比值系数(RCAA)和氨基酸比值系数分(SRCAA)

朱圣陶等<sup>[13]</sup>用 WHO/FAO 模式来评价蛋白质量, 如果氨基酸比值系数小于 1, 则说明此氨基酸含量相对较少; 如果氨基酸比值系数等于 1, 则说明待测蛋白中此氨基酸含量与氨基酸模式相同; 如果氨基酸比值系数大于 1, 则说明此氨基酸含量相对较多; 氨基酸比值系数值小于 1 或大于 1 都说明待测蛋白的氨基酸组成偏离了氨基酸模式。计算公式如下:

$$\text{氨基酸比值系数(RCAA)} = \frac{\text{氨基酸比值}}{\text{氨基酸比值之均数}}$$

$$\text{氨基酸比值系数分(SRCAA)} = 100 - CV \times 100$$

式中, CV: RCAA 变异系数, CV = 标准差/均数

如果待测蛋白中的氨基酸组成跟氨基酸模式相同, 那么  $CV = 0$ , 则  $SRCAA = 100$ 。氨基酸比值系数(RCAA)分散性越高, 那么 CV 值越大, 对应的氨基酸比值系数分越小, 则说明待测蛋白的营养价值越差。

## 2 结果与分析

### 2.1 主要营养成分含量分析

如图 1 所示, 南极帽贝与斗嫁蛾软体部分(干样)中, 含量最高的营养成分均为粗蛋白, 南极帽贝粗蛋白含量为 66.88%, 高于斗嫁蛾(62.65%)。与其他贝类软体部分的粗蛋白含量相比, 翡翠贻贝(52.31%)<sup>[14]</sup>, 紫贻贝(45.69%)<sup>[15]</sup>, 厚壳贻贝(49.41%)<sup>[15]</sup>, 南极帽贝的蛋白含量较高, 属于优质蛋白, 可用来作为高营养食物原料。南极帽贝的脂肪含量为 13.44%, 略高于斗嫁蛾的 11.76%; 此外, 南极帽贝的灰分含量较高为 13.53%, 而斗嫁蛾的灰分则较少, 仅占 7.64%。

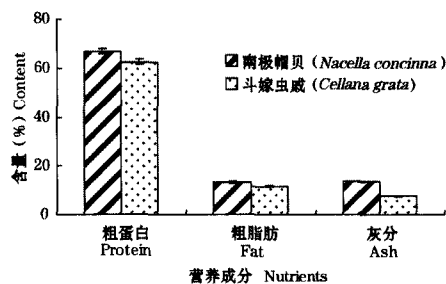


图 1 主要营养成分含量(g/100g 干重)

Fig. 1 The contents of major nutrients composition (g/100g dry wt)

### 2.2 矿质元素含量分析

在检测的 8 种矿质元素中, 2 种帽贝中的 Ca、Mg 元素含量明显高于其他 6 种元素。南极帽贝的 Ca、Mg 含量(干重)分别是 550.39 mg/100g、370.42 mg/100g, 均高于斗嫁蛾的含量(见表 1)。

帽贝中还含有 Fe、Cu、Zn、Mn 等几种人体必需微量元素。南极帽贝的各微量元素含量均远大于斗嫁蛾, 尤其是锌的含量, 达到了斗嫁蛾的 5 倍。

贝类的重金属含量一直是人们非常关注的话题。我们在南极帽贝中检测到了重金属铅(0.0075 mg/100g), 其含量符合国家关于贝类重金属铅( $\leq 1\text{mg/Kg}$ )<sup>[16]</sup>残留量的限量标准。斗嫁蛾中未检测到铅。南极帽贝中镉的含量是斗嫁蛾镉含量的十倍之多, 达到 1.12mg/100g, 与文献中报道的 1.17mg/100g<sup>[17]</sup>较一致, 但并未超出国家关于贝类重金属镉( $\leq 2\text{mg/Kg}$ )<sup>[16]</sup>残留量的限量标准。帽贝是滤食性动物, 能

通过富集作用而蓄积重金属<sup>[18]</sup>。大量的实验证明生物体对镉的富集量与浓度成正相关<sup>[19]</sup>。南极帽贝镉含量较多可能与不同贝类对镉的蓄积能力显著不同、食物原料中镉含量的增加及采集地的环境污染等因素有关。

表 1 矿质元素含量(mg/100g 干重)

Table 1 Contents of mineral elements(mg/100g dry wt)

矿质元素 Mineral elements	南极帽贝 <i>Nacella concinna</i>	斗嫁蛾 <i>Cellana grata</i>
钙 Ca	550.39±4.22	352.91±6.51
镁 Mg	370.42±1.19	193.91±5.60
铁 Fe	43.84±3.36	22.39±1.54
铜 Cu	23.02±4.71	8.04±2.18
锌 Zn	11.49±0.58	2.35±0.31
锰 Mn	3.06±0.07	0.51±0.04
铅 Pb	0.0075	—
镉 Cd	1.12±0.02	0.07±0.01

### 2.3 脂肪酸组成及含量分析

食物脂肪的品质不仅受脂肪酸组成及含量的影响,还受各类脂肪酸之间的配比所影响<sup>[20]</sup>,而后者的影响更为重要(见表 2),南极帽贝与斗嫁蛾均检测出 12 种脂肪酸,其中南极帽贝饱和脂肪酸占 25.18%,比斗嫁蛾的 29.15%略低,南极帽贝与斗嫁蛾含量最多的饱和脂肪酸均为棕榈酸。

南极帽贝不饱和脂肪酸含量较高,占 58.72%,比斗嫁蛾中不饱和脂肪酸含量高 8.18%。据报道,高含量的不饱和脂肪酸不仅能够使鱼肉的香味更加浓郁,并且可以在一定程度上体现肌肉的多汁性<sup>[21]</sup>。

南极帽贝中单不饱和脂肪酸的含量为 31.11%,与斗嫁蛾(32.32%)相近。南极帽贝中多不饱和脂肪酸的含量占 27.61%,其中人体必需脂肪酸亚油酸(C<sub>18:2</sub>)和 α-亚麻酸(C<sub>18:3</sub>)的含量分别为 3.10%和 6.04%,均比斗嫁蛾中亚油酸(1.63%)和 α-亚麻酸(5.50%)的含量高。必需脂肪酸在人和动物的基础代谢以及生长发育过程中发挥着重要作用,含量不足,会影响机体的基础代谢和生长发育<sup>[22]</sup>。此外,南极帽贝中对人体具有特殊生理功能的 EPA(C<sub>20:5</sub>)和 DHA(C<sub>22:6</sub>)含量之和达 13.21%,远高于斗嫁蛾的 5.99%,尤其是 EPA,含量达到 12.64%。EPA 和 DHA 不仅可以促进饱和脂肪酸的代谢,增强免疫功能,更重要的是 DHA 对儿童脑部发育具有重要意义。

表 2 脂肪酸组成成分(%)

Table 2 Composition of fatty acids (%)

脂肪酸 Fatty acids	C <sub>14:1</sub>	C <sub>16:0</sub>	C <sub>16:1</sub>	C <sub>18:0</sub>	C <sub>18:1</sub>	C <sub>18:2</sub>	C <sub>18:3</sub>	C <sub>18:4</sub>	C <sub>20:0</sub>	C <sub>20:4</sub>	C <sub>20:5</sub>	C <sub>22:6</sub>
南极帽贝 <i>Nacella concinna</i>	3.37	17.99	0.65	0.40	27.09	3.10	6.04	1.10	6.79	4.16	12.64	0.57
斗嫁蛾 <i>Cellana grata</i>	5.58	23.17	1.19	0.86	25.55	1.63	5.50	0.69	5.12	4.41	5.59	0.40

### 2.4 牛磺酸含量分析

牛磺酸又叫牛胆酸、牛胆素,其化学名称是 2-氨基乙磺酸,是游离氨基酸中唯一的含硫非蛋白氨基酸<sup>[23]</sup>。牛磺酸不仅与胱氨酸、半胱氨酸的代谢密切相关,而且还具有多种生理功能,是人体健康必不可少的重要氨基酸之一<sup>[24]</sup>。高含量的牛磺酸不仅可以防止各种心血管疾病、改善内分泌状态、提高机体免疫功能,更能促进婴幼儿脑组织和智力发育、改善记忆功能等。

人体内虽然可以合成牛磺酸,但合成牛磺酸的半胱氨酸亚硫酸羧酶活性较低,因此还要依靠从食物中摄取牛磺酸来满足机体的生理需要。牛磺酸在鱼、贝类中含量十分丰富,软体动物中尤甚<sup>[25]</sup>。经分析

测定,南极帽贝中牛磺酸含量为 2.80%(干重),含量仅次于马氏珠母贝(7.20)<sup>[26]</sup>和牡蛎(5.06)<sup>[27]</sup>,而与海参(2%)<sup>[27]</sup>、江瑶贝(2%)<sup>[28]</sup>和斗嫁蛾(1.81%)相比则含量相对较高,可做成营养保健品。

## 2.5 氨基酸组成及含量分析

由表 3 可看出,两种帽贝的氨基酸组成在种类上无显著差异;在组成特点上,南极帽贝与斗嫁蛾含量最高的氨基酸均为谷氨酸,天冬氨酸次之,含量最低的均为色氨酸;在氨基酸总量上,南极帽贝必需氨基酸总量 19.93%,氨基酸总量 47.42%,均比斗嫁蛾低(21.22%,54.71%),但南极帽贝必需氨基酸总量所占的比例为 42.03%,高于斗嫁蛾的 38.79%。根据 FAO/WHO 的理想模式,氨基酸组成中必须氨基酸总量所占的比例在 40%左右属于质量较好的蛋白质<sup>[29]</sup>,因此,从这个角度来看,南极帽贝的蛋白质质量高于斗嫁蛾。

表 3 氨基酸组成成分(g/100g 干重)

Table 3 Composition of amino acids(g/100g dry wt)

氨基酸 Amino acids	分子量 Molecular weight	南极帽贝 <i>Nacella concinna</i>	斗嫁蛾 <i>Cellana grata</i>
天冬氨酸 Asp	133	4.80	5.82
苏氨酸 Thr	119	2.31	2.34
丝氨酸 Ser	105	2.36	2.22
谷氨酸 Glu	147	6.85	8.70
甘氨酸 Gly	75	3.54	3.92
丙氨酸 Ala	89	2.82	3.44
缬氨酸 Val	117	2.25	2.64
半胱氨酸 Cys	240	1.43	1.25
蛋氨酸 Met	149	0.94	1.12
异亮氨酸 Ile	131	2.28	2.55
亮氨酸 Leu	131	3.37	4.45
酪氨酸 Tyr	181	1.67	1.78
苯丙氨酸 Phe	165	2.16	1.82
赖氨酸 Lys	146	3.08	2.87
组氨酸 His	155	1.41	1.42
精氨酸 Arg	174	3.64	5.07
脯氨酸 Pro	115	2.07	2.89
色氨酸 Trp	204	0.44	0.40
必需氨基酸 EAA		19.93	21.22
总氨基酸 Total		47.42	54.71
必需氨基酸占总氨基 酸的比例 E/T(%)		42.03	38.79

## 2.6 营养价值评价

将表 3 中必需氨基酸的百分含量转化为 mg/g 蛋白质,并与全鸡蛋蛋白必需氨基酸含量和 FAO/WHO 模式必需氨基酸含量进行比较。由表 4 可知,2 种帽贝必需氨基酸的含量均较高,且都接近于 FAO/WHO 模式的必需氨基酸含量,但相比于全鸡蛋蛋白模式,其含量均偏低。

表 4 必需氨基酸组成(mg/g 蛋白质)

Table 4 Essential amino acids composition (mg/g pro)

必需氨基酸 Essential amino acids	南极帽贝 <i>Nacella concinna</i>	斗嫁蛾 <i>Cellana grata</i>	全鸡蛋蛋白 Egg protein	FAO/WHO 模式 FAO/WHO pattern
异亮氨酸 Ile	34.09	40.70	54	40
亮氨酸 Leu	50.39	71.03	86	70
赖氨酸 Lys	46.05	45.81	70	55
蛋氨酸+胱氨酸 Met+Cys	35.44	37.83	57	35
苯丙氨酸+酪氨酸 Phe+Tyr	57.27	57.46	93	60
苏氨酸 Thr	34.54	37.35	47	40
缬氨酸 Val	33.64	42.14	66	50
色氨酸 Trp	6.58	6.38	17	10
总量 Total	298.00	338.70	490	360

### 2.6.1 化学评分、必需氨基酸评分

2 种帽贝的化学评分和氨基酸评分(见表 5)。根据表 5 中的化学评分值和氨基酸评分值可知,南极帽贝的第一限制性氨基酸是色氨酸,与斗嫁蛾相同。

除了异亮氨酸、亮氨酸以及缬氨酸外,南极帽贝其他必需氨基酸的 CS 值均高于斗嫁蛾,因此,南极帽贝的必需氨基酸更接近于鸡蛋蛋白的必需氨基酸,即更接近于标准蛋白的组成。

由 AAS 值分析,南极帽贝赖氨酸和色氨酸的 AAS 值是略高于斗嫁蛾的,而其他必需氨基酸的 AAS 值均低于斗嫁蛾。所以,从这个角度来看,斗嫁蛾的必需氨基酸与 FAO/WHO (1973)提出的人体必需氨基酸均衡模式更接近。

表 5 化学评分、必需氨基酸评分

Table 5 Chemical score and amino acid score of essential amino acids

必需氨基酸 Essential amino acids	化学评分 CS		氨基酸评分 AAS	
	南极帽贝	斗嫁蛾	南极帽贝	斗嫁蛾
	<i>Nacella concinna</i>	<i>Cellana grata</i>	<i>Nacella concinna</i>	<i>Cellana grata</i>
异亮氨酸 Ile	103.80	109.04	85.23	101.75
亮氨酸 Leu	96.34	119.49	71.99	101.47
赖氨酸 Lys	108.17	94.68	83.73	83.29
蛋氨酸+胱氨酸 Met+Cys	102.23	96.02	101.26	108.08
苯丙氨酸+酪氨酸 Phe+Tyr	101.25	89.38	95.45	95.77
苏氨酸 Thr	120.84	114.97	86.35	93.37
缬氨酸 Val	83.81	92.37	67.28	84.28
色氨酸 Trp	63.64	54.29	65.80	63.80

### 2.6.2 必需氨基酸指数、生物价、营养指数、氨基酸比值系数分

根据 FAO/WHO 模式,分别计算出南极帽贝和斗嫁蛾的必需氨基酸指数、生物价、营养指数以及氨基酸比值系数分等值,结果见表 6。

由表 6 可见,南极帽贝必需氨基酸指数与生物价相对较低,分别比斗嫁蛾低 6.59 和 7.18,这说明南极帽贝蛋白质的营养价值不如斗嫁蛾。而营养指数与氨基酸比值系数分则相差甚小,差值分别为 1.66 和 2.26。由氨基酸平衡理论可知,必需氨基酸在氨基酸平衡中的作用,与氨基酸比值系数分的大小有关,当其越接近于 100,那么,待测蛋白质必需氨基酸组成就与 FAO/WHO 模式越接近<sup>[30]</sup>,即斗嫁蛾的必需氨基酸组成更接近 FAO/WHO 氨基酸评分模式。这提示我们判断南极帽贝营养价值高低的依据并不是唯一的,需要从各方面来综合考虑评价。

表 6 必需氨基酸指数、生物价、营养指数、氨基酸比值系数分

Table 6 Essential amino acid index、Biological value、Nutritional index、Score of ratio、Coefficient of amino acid

	必需氨基酸指数	生物价	营养指数	氨基酸比值系数分
	EAAI	BV	NI	SRCAA
南极帽贝 <i>Nacella concinna</i>	58.39	51.95	39.05	81.04
斗嫁蛾 <i>Cellana grata</i>	64.98	59.13	40.71	83.30

## 3 讨论

作为 1 种重要的海洋资源,帽贝具有较好的开发利用价值。国内已有前人报道南极长城湾南极帽贝的营养组成,但并未提及重金属铅、镉的含量<sup>[1]</sup>,本文首次报道南极帽贝中的重金属含量。本文的结果与 Ahn 等的测定结果较为相近<sup>[17]</sup>。Ahn 等通过采集不同地点的南极帽贝,研究冰川径流对南极帽贝重金

属积累的影响,结果显示离冰川融水入口最近的地点,南极帽贝的重金属含量也最高。除了贝类对重金属的蓄积能力有差异外,食物原料中重金属含量的增加、采集地的环境污染等因素都与南极帽贝中重金属含量过高有着重要关系。需要通过增加采样地点、分析南极帽贝的食物原料及环境因子中的重金属含量,进一步研究南极帽贝重金属含量较高的原因。

2种帽贝氨基酸组成在种类和组成特点上具有一致性,含量最高的均为谷氨酸,第一限制性氨基酸均为色氨酸,这与戴聪杰等报道南极帽贝的第一限制氨基酸为缬氨酸不同,检测方法与实验误差应该是主要原因<sup>[1]</sup>。氨基酸含量及各种营养评价指标的不同则体现了帽贝种属间的差异。与蔬菜、多数食用菌相比,南极帽贝各营养评价指标CS、AAS、NI以及SRCAA均较高<sup>[31]</sup>。在不同贝类中,其值也属于相对较高者,而EAAI和BV的值则偏低,这说明南极帽贝虽然氨基酸种类及含量丰富,但是必需氨基酸之间的比例不及其他贝类均衡。这提示我们判断南极帽贝营养价值高低的依据并不是唯一的,需要从各方面来综合考虑评价。

### 参考文献

- [1] 戴聪杰,何剑锋,王桂忠,等. 南极长城湾南极帽贝的营养组成及评价[J]. 极地研究,2005,17(4):279-284.
- [2] 唐森铭,王志磐. 南极菲尔德斯半岛东、西海岸南极帽贝(*Nacella concinna*)种群生物学比较[R]. //贝类学会第七次会员代表大会暨第十一次学术讨论会,大连:2003.
- [3] 唐森铭. 南极菲尔德斯半岛两侧南极帽贝种群结构比较分析[J]. 极地研究,2006,18(3):197-205.
- [4] 黄凤鹏,吴宝铃,徐汝梅,等. 南极菲尔德斯半岛潮间带南极帽贝的种群生态学研究—夏季种群数量变化和垂直分布[J]. 青岛:海洋与湖沼,1999,30(6):616-623.
- [5] 蒋南青,沈静,徐汝梅,等. 南极菲尔德斯半岛潮间带南极帽贝的种群生态学研究—空间分布图式[J]. 青岛:海洋与湖沼,2000,31(5):511-517.
- [6] 王梅芳,曹新云,于菲菲,等. 斗嫁蛾精子发生及雄性性腺组织学研究[J]. 海洋学报,2009,31(6):142-150.
- [7] 刘志皋. 食品营养学[M]. 北京:中国轻工业出版社,1991:4.
- [8] FAO. Amino acid content of foods and biological data on proteins[M]. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1970:5-6.
- [9] Bano Z, Rajarathnam S. Pleurotus mushroom as a nutritious food[M]. HongKong: The Chinese University Press, 1982: 363-380.
- [10] 刘洋. 苦荞籽粒贮藏蛋白亚基的分离及其营养评价[D]. 西安:西北农林科技大学,2010:1-50.
- [11] 向莹,陈健,金鑫. 金针菇菌盖与菌柄的营养评价[J]. 食品工业科技,2012,33(10):349-352.
- [12] 王旻,梁玉,王欣欣,等. 即墨野生大豆主要成分及其营养价值分析[J]. 大豆科学,2013,32(3):356-360.
- [13] 朱圣陶,吴坤. 蛋白质营养价值评价——氨基酸比值系数法[J]. 营养学报,1988,10(2):187-190.
- [14] 庆宁,林岳光,金启增. 翡翠贻贝软体部营养成分的研究[J]. 热带海洋,2000,19(1):81-84.
- [15] 苏秀榕,李太武,丁明进. 紫贻贝和厚壳贻贝营养成分的研究[J]. 青岛:中国海洋药物,1998,17(2):30-32.
- [16] 中华人民共和国卫生部. GB 2762-2012. 食品安全国家标准-食品中污染物限量. 北京:中国标准出版社,2012-11-13.
- [17] Ahn I Y, Chung K H, Choi H J. Influence of glacial runoff on baseline metal accumulation in the Antarctic limpet *Nacella concinna* from King George Island[J]. Marine Pollution Bulletin, 2004, 49(1/2):119-127.
- [18] 李玉环. 贝类体内重金属镉的富集和消除规律及食用安全性的研究[D]. 青岛:中国海洋大学,2005:1-51.
- [19] 李淑丽,孙咏红,于丽华. 紫贻贝对海水中镉富集规律的研究[J]. 西安:西安文理学院学报(自然科学版),2008,11(1):57-60.
- [20] 孙长颢. 营养与食品卫生学[M]. 北京:人民卫生出版社,2007:26-31.
- [21] 刘世禄,王波,刘振华. 星斑川鲈的营养分析与评价[J]. 渔业科学进展,2009,30(6):18-24.
- [22] 中华人民共和国农业部畜牧兽医司. 中国草地资源[M]. 北京:中国科学技术出版社,1996.
- [23] 王志峰. 牛磺酸的市场开发前景[J]. 中国化工,1998,(6):61-62.
- [24] 韩金勇. 牛磺酸生产应用及市场前景[J]. 化工技术经济,2002,20(1):29-31.
- [25] 谭乐义,薛长湖,林洪,等. 海洋生物中牛磺酸的生物活性及其含量测定[J]. 海洋科学,2001,25(1):26-27.
- [26] 章超桦,吴红棉,洪鹏志,等. 马氏珠母贝肉的营养成分及其游离氨基酸组成[J]. 水产学报,2000,24(2):180-184.
- [27] 谢宗墉. 海洋水产品营养与保健[M]. 青岛:海洋大学出版社,1991: 24-57.
- [28] 林晓,郑淑贞,林慧贞. 江瑶贝中的牛磺酸[J]. 广州:广州化学,1997, 1 : 39-42.
- [29] 王远红,陈四清,吕志华. 圆斑星鲈的营养成分分析[J]. 营养学报,2006,28(3):271-272.
- [30] 彭智华,龚敏方. 蛋白质的营养评价及其在食用菌评价上的应用[J]. 食用菌学报,1996,3(3): 56-64.

[31] 彭智华, 龚敏方. 大杯草中蛋白质的营养评价[J]. 浙江农业学报, 1994, 6(4): 247-252.

## Analysis and evaluation of the nutritional value of *Nacella concinna* and *Cellana grata*

LIANG Yu<sup>1</sup>, ZHANG Li<sup>1</sup>, YANG Lizhu<sup>1</sup>, LIU Xiaoshou<sup>2</sup>, LIN Kuixuan<sup>3</sup>

(1. College of Food Science and Engineering, Ocean University of China, Qingdao 266003;

2. College of Marine Life Sciences, Ocean University of China, Qingdao 266003;

3. State Environmental Protection Key Laboratory of Estuary and Coastal Environment, Chinese Research Academy of Environmental Sciences, Beijing 100012)

**Abstract:** In order to comprehensively analyze the nutritive value of *Nacella concinna*, the nutritional ingredients of *Nacella concinna* and *Cellana grata* have been compared. The content of protein and fat in *Nacella concinna* is 66.88% and 13.44%, respectively, both of which is higher than that of *Cellana grata*. The elements of calcium and magnesium are abundant in both *Nacella concinna* and *Cellana grata*. The content of cadmium in *Nacella concinna* is ten times as in *Cellana grata*, the element of lead is not detected in *Cellana grata*. There are thirteen kinds of fatty acids detected in *Nacella concinna*, and the content of unsaturated fatty acids is higher than that in *Cellana grata*. The content of taurine in *Nacella concinna* is up to 2.81%, much higher than that in *Cellana grata*. As to amino acids, the content in *Nacella concinna* is lower than that in *Cellana grata*. But the inessential amino acid in the former accounted for 42.03%, higher than that in the latter. In all the essential amino acids, the content of glutamate is the highest and tryptophan is the first limited amino acid. Essential amino acid index(EAAI), biological value(BV), nutritional index(NI) and score of ratio coefficient of amino acid(SRCAA) in *Nacella concinna* are all lower than those in *Cellana grata*.

**Key words:** *Nacella concinna*, *Cellana grata*, Main ingredients, Nutrition evaluation