

文章编号: 1000-0615(2003)05-0495-04

• 研究简报 •

## 美洲帘蛤软体部营养成分分析及评价

杨建敏<sup>1,2</sup>, 邱盛尧<sup>1</sup>, 郑小东<sup>2</sup>, 王如才<sup>2</sup>, 刘爱英<sup>1</sup>

(1. 山东省海洋水产研究所, 山东 烟台 264000; 2. 中国海洋大学教育部海水养殖重点实验室, 山东 青岛 266003)

关键词: 美洲帘蛤; 软体部; 营养成分; 营养评价

中图分类号: Q501; S917 文献标识码: A

### Analysis and evaluation of nutritive composition in edible part of *Mercenaria mercenaria*

YANG Jian-min<sup>1,2</sup>, QIU Sheng-yao<sup>1</sup>, ZHENG Xiao-dong<sup>2</sup>, WANG Ru-cai<sup>2</sup>, LIU Ai-ying<sup>1</sup>

(1. Marine Fisheries Research Institute of Shandong Province, Yantai 264000, China;

2. Key Laboratory of Mariculture, Ministry of Education, Ocean University of China, Qingdao 266003, China)

**Abstract:** Hard clams *Mercenaria mercenaria* were introduced from America to China in 2000. In this paper, the contents of 18 common acids, protein, fat as well as vitamins and mineral ions in edible part of hard clam were analyzed. The results showed that the contents of 18 common acids and the essential amino acid were 52.42% and 40.88% respectively and the average score of essential amino acid was  $96.4 \pm 11.3$  according to the FAO/WHO suggested level (1973), and in which the essential amino acid takes about 48.30%. The content of protein in edible part of hard clam was higher (60.69%) and the content of fat was much lower (5.60%) than that of some bivalves. The results also indicated that the edible part of hard clam was also rich in amino acids, vitamins (A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>5</sub>, B<sub>6</sub>), and mineral ions such as Ca, Zn, Fe, Mn, etc. Hard clam was suggested to be with higher nutritional value which was good for human health.

**Key words:** *Mercenaria mercenaria*; edible part; nutritional composition; nutritional evaluation

美洲帘蛤 *Mercenaria mercenaria* (Linnaeus, 1758) 又称硬壳蛤、北方帘蛤或小圆蛤, 原产地分布在美国佛罗里达州 Cawrence 湾、墨西哥湾、加利福尼亚 Humboldt 湾到英格兰海域, 与我国的文蛤 (*Meretrix meretrix*) 同属帘蛤科, 是一种生长快, 适应能力强, 适温、适盐范围广, 经济价值高的大型双壳贝类<sup>[1,2]</sup>。目前生产性人工育苗已成功<sup>[3]</sup>, 2000 年山东省海洋水产研究所由美国引入种贝, 2001 和 2002 年连续两年成功地进行了工厂化育苗, 滩涂养殖正在逐步走向规模化。

本文对美洲帘蛤软体部做了比较全面的营养成分测定分析, 并与贻贝等多种双壳贝类进行了比较<sup>[4]</sup>, 旨在为综合利用美洲帘蛤这一引进的贝类资源提供营养评价的参考依据。

收稿日期: 2002-11-14

资助项目: 山东省农业良种产业化开发 2000 年项目

作者简介: 杨建敏 (1967-), 山东烟台人, 副研究员, 博士研究生, 主要从事海水养殖与遗传育种研究。Tel: 0535-6243852, E-mail: laddenup@sina.com

# 1 材料和方法

## 1.1 材料

美洲帘蛤系 2000 年由美国引进, 蓄养于山东省海洋水产研究所烟台福山试验基地, 2002 年 4 月 28 日取回后于实验室暂养 1 周。随机取 10 个个体, 壳长 8.7~ 11.2 cm, 平均重 257.5 g, 活体解剖取其软体部(包括内脏团和性腺), 沥掉海水并用吸水纸将表面吸净, 混和匀浆后于 105℃ 烘至恒重, 将其干品研为粉末, 存放在干燥器中供分析用。

## 1.2 方法

水分测定: 105℃ 常压 恒温干燥法<sup>[5]</sup>。粗脂肪测定: 乙醚提取法(索氏提取法)<sup>[5]</sup>。粗蛋白测定: 热导法, P- E240C 元素分析仪。灰分测定: 550℃ 干法灰分法<sup>[5]</sup>。氨基酸测定: 样品经  $6\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  HCl 水解, 水解时充氮气 24h, 采用日立 835-50 型高速氨基酸自动分析仪测定 17 种氨基酸。另取样品用  $5\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  NaOH 水解后, 采用同机测定其色氨酸含量。金属元素测定: 火焰原子吸收分光光度法, 分析仪采用为 PE- 4100L 和 PE- 373 火焰原子吸收分光光度计。脂溶性维生素(V<sub>A</sub>)测定: 皂化后, 由萃取液(50% 甲醇, 40% 正己烷三氯甲烷, 10% 四氢呋喃) 萃取, 液相色谱 HPLC( waters 2010) 分析。水溶性维生素(V<sub>B</sub>)测定:  $0.02\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  HCl 提取, 0.45μm 膜过滤, 液相色谱 HPLC( waters 2010) 分析。

## 1.3 氨基酸计分分析

根据氨基酸计分(AAS) 评价美洲帘蛤的营养品质。AAS 根据 FAO/WHO 提出的人体必需氨基酸均衡模式进行比较<sup>[6]</sup>, 按氨基酸计分方法进行评分。

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

# 2 结果

## 2.1 主要营养成分

美洲帘蛤软体部主要营养成分分析结果显示, 粗蛋白含量较高, 干品(DS) 粗蛋白为 60.69%, 粗脂肪为 5.60%, 灰分为 18.80% (表 1)。与陶平等<sup>[4]</sup>对大连沿海 9 种双壳

贝类软体部(FS) 的分析结果比较, 除二倍体和三倍体牡蛎

(蛋白质含量分别为 52.94% 和 46.08%) 外, 远高于其它种类, 美洲帘蛤鲜样蛋白质含量则与文蛤等其它双壳类的平均含量(10.63%) 非常接近, 而粗脂肪含量(0.96%) 却远低于其它双壳贝类的平均值(5.49%), 其主要营养组成体现出双壳贝类共有的高蛋白低脂肪的特点, 而美洲帘蛤低脂肪的特点尤其突出。

## 2.2 氨基酸含量及营养评价

用高速氨基酸自动分析仪对美洲帘蛤软体部干品(DS) 进行了氨基酸分析, 并根据干品中蛋白质含量, 换算出每克蛋白质的氨基酸含量。结果表明, 美洲帘蛤软体部氨基酸种类齐全, 共检测出 18 种水解氨基酸, 每克干品(DS) 氨基酸含量 524.2 mg, 氨基酸总含量达 52.42%。其中含有必需氨基酸 8 种, 半必需氨基酸 2 种。必需氨基酸(Ile, Leu, Lys, Met+ Cys, Phe+ Tyr, Thr, Val) 总量  $214.3\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ , 超过氨基酸总量的 40%; 半必需氨基酸(Tyr, Cys) 总量  $21.5\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ , 占 4.0% (表 2)。

谷氨酸、天冬氨酸、甘氨酸以及丙氨酸是 4 种呈味氨基酸<sup>[7]</sup>, 其组成和含量决定了样品的鲜美程度。其中谷氨酸、天门冬氨酸这两种氨基酸是呈鲜味的特征氨基酸, 样品中二者的含量最高, 分别为  $89.1$  和  $58.7\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ , 占氨基酸总量的 17.0% 和 11.2%; 而甘氨酸和丙氨酸是呈甘味的特征氨基酸<sup>[8]</sup>, 样品中二者的含量分别为  $30.3$  和  $40.6\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ , 占氨基酸总量的 5.8% 和 7.7%。此外, 丝氨酸和脯氨酸也同甘味有关<sup>[9]</sup>。这 6 种呈味氨基酸占到氨基酸总量的 48.3%, 使得美洲帘蛤明显具有了海产贝类的鲜美品质。

食物蛋白营养价值的高低, 主要取决于必需氨基酸的种类、数量和组成比例。美洲帘蛤软体部的必需氨基酸得分可看出, 亮氨酸得分最高为 114.1 分, 胱氨酸+ 甲硫氨酸得分最低为 75.1 分, 因此, 美洲帘蛤的第一限制性氨基酸为胱氨酸

表 1 美洲帘蛤软体部的主要营养成分

Tab. 1 The main nutritional composition

	in edible part of <i>M. mercenaria</i>			
	水分 moisture	蛋白质 protein	粗脂肪 fat	灰分 ash
鲜品 FS	82.87	10.40	0.96	3.22
干品 DS	0.0	60.69	5.60	18.80

+ 甲硫氨酸;各必需氨基酸的平均得分 96.2±11.3分,波动于100左右,其余6种必需氨基酸的平均得分96.7分,略高于平均值,可见美洲帘蛤必需氨基酸组成丰富且相对均衡,比较接近于FAO/WHO(1973)提出的人体必需氨基酸均衡模式(表3)。

表 美洲帘蛤软体部的氨基酸组成及其含量  
Tab. The contents of amino acids in edible part of *M. mercenaria* mg·g<sup>-1</sup>

氨基酸 amino acids(AC)	AC/DS	AC/Pro	氨基酸 amino acids(AC)	AC/DS	AC/Pro
天冬氨酸 Asp	58.7	96.7	酪氨酸 Tyr	17	28
苏氨酸 Thr	26.2	43.2	苯丙氨酸 Phe	16.7	27.5
丝氨酸 Ser	26	42.8	赖氨酸 Lys	34.3	56.5
谷氨酸 Glu	89.1	146.8	组氨酸 His	9	4.8
甘氨酸 Gly	30.3	49.9	精氨酸 Arg	47.8	78.8
丙氨酸 Ala	40.6	66.9	脯氨酸 Pro	8.4	13.8
胱氨酸 Cys	4.5	7.4	氨 NH <sub>3</sub> *	12.4	—
缬氨酸 Val	27.5	45.3	色氨酸 Trp	5.7	9.4
甲硫氨酸 Met	11.5	18.9	异亮氨酸 Ile	22.4	36.9
亮氨酸 Leu	48.5	79.9	必需氨基酸总和 total of essential amino acids	214.3	353
氨基酸总和 total of amino acids	524.2	893.5			

注: \* 蛋白质水解产物,未记入氨基酸和必需氨基酸内

Notes: \* the hydrolysate of protein is not calculated in either amino acids or essential amino acids

表 3 美洲帘蛤蛋白质必需氨基酸组成的评价  
Tab. 3 Evaluation of essential amino acids in edible part of *M. mercenaria*

必需氨基酸 essential amino acid	异亮氨酸 Ile	亮氨酸 Leu	赖氨酸 Lys	胱氨酸+ 甲硫氨酸 Cys+ Met	苏氨酸 Thr	色氨酸 Trp	缬氨酸 Val	酪氨酸+ 苯丙氨酸 Phe+ Tyr
含量(mg·g <sup>-1</sup> pro) contents	36.9	79.9	56.5	26.3	43.2	9.4	45.3	55.5
FAO 模式 FAO model	40	70	55	35	40	10	50	60
氨基酸得分 score of amino acid	92.2	114.1	102.7	75.1	108	94	90.6	92.5

### 2.3 矿物质和维生素含量

美洲帘蛤软体部中含有丰富的 K、Na、Ca、Mg 等常量矿物元素以及 Fe、Zn、Cu、Mn 等微量矿物元素(表4)。其中含量最高的常量矿物元素是 K,为 11182.5mg·kg<sup>-1</sup>,次之是 Na、Ca、Mg 的含量,反映出海洋生物与其生活环境相一致的特点以及美洲帘蛤对 K 特殊的富集能力。微量元素中,锌离子(Zn)含量最丰富,为 125.2mg·kg<sup>-1</sup>。

表 4 美洲帘蛤软体部无机盐和微量元素含量

Tab. 4 The contents of inorganic salt and trace element in edible part of *M. mercenaria* mg·kg<sup>-1</sup>

元素 element	K	Na	Mg	Ca	Fe	Mn	Cu	Zn	Sr	Al	Cr
含量 contents	11182.5	24045.0	4308.3	6755.6	131.4	13.5	7.91	125.2	48.7	21.4	2.02

美洲帘蛤软体部中含有丰富的维生素。主要为 1 种脂溶性维生素 A 和 4 种水溶性维生素 B 族,测定结果表明,所测得的 B 族维生素中含量最高的是维生素 B<sub>5</sub> 为 98.4mg·kg<sup>-1</sup>,维生素 B<sub>2</sub> 与 B<sub>6</sub> 相近,维生素 B<sub>1</sub> 含量最低,仅为 4.3mg·kg<sup>-1</sup>(表5)。

表 5 美洲帘蛤软体部维生素含量

Tab. 5 The contents of vitamin in *M. mercenaria* mg·kg<sup>-1</sup>

维生素 vitamins	A	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>5</sub>	B <sub>6</sub>
含量 contents	2.0	4.3	25.2	98.4	28.5

脂溶性维生素 V<sub>A</sub> 为具有β-白芷酮环的不饱和醇,其主要功能是促进粘多糖的合成,维持细胞膜及上皮组织的完整性和正常的通透性以及参与构成视觉细胞内感光物质。水溶性维生素种类较多,其结构和生理功能各异,其中绝大多数都是通过组成酶的辅酶而对生物体代谢产生影响。含量最高的 VB<sub>5</sub>(Niacin) 主要存在于动物的肝脏,包括烟酸和烟酰胺

胺,烟酸在体内转变为烟酰胺后才具有活性,后者是辅酶I (NAD)和辅酶II (NADP)的组成成分,在体内氧化还原反应中发挥重要作用,因此,从生理角度来看,美洲帘蛤具有较强的代谢能力和适应能力。

### 3 讨论

食品中蛋白质营养价值的评定受多种因素影响,因此评价食品中蛋白质营养价值的高低也是多方面的,包括食品中蛋白质的含量、氨基酸组成、比例等。美洲帘蛤软体部的蛋白质含量高达 60.69% (DS),氨基酸的总含量为  $524.2 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ ,蛋白质的氨基酸含量为  $893.5 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ ,且富含人体所需的必需氨基酸,8种必需氨基酸约占总氨基酸的40%,必需氨基酸平均得分为  $96.2 \pm 11.3$ 分。其各种氨基酸的比例接近联合国粮农组织(FAO)1973年规定的人体必需氨基酸均衡模式标准。与贻贝、褶牡蛎软体部必需氨基酸组分与含量比较<sup>[10]</sup>,其氨基酸总量与两者相近( $257.4 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 和  $233.3 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ ),但比两者略低。美洲帘蛤软体部含有丰富的人体所需的无机盐和微量元素,其中钙、铁、锌、镁等是人体从食品中摄取必需的无机盐和微量元素,而钙、铁是儿童生长发育必不可少的重要营养元素,锌是重要的健脑元素。

美洲帘蛤肉质饱满肥嫩,味道鲜美,属上乘的高蛋白优质海产品。其营养成分均衡、丰富,富含人体必需的各种氨基酸、维生素、无机盐等营养成分,从而有望成为新的食品和保健品资源。

美洲帘蛤在美国的商品贝(10~15cm)年产量约  $3.2 \times 10^4 \text{ t}$ ,市场供不应求。作为新的养殖品种其引种和育苗的成功,将有效促进美洲帘蛤浅海滩涂养殖,充分调动沿海渔民的积极性,其经济效益和社会效益将十分显著。

### 参考文献:

- [1] Robin W A, Rodger. Shellfish[A]. Fish facts, an illustrated guide to commercial specials[M]. New York: van Nostrand Reinhold, 1990. 132.
- [2] Mcafarlane S L. The evolution of a municipal quahog(hard clam), *Merccenaria mercenaria* management program, a 20 year histry: 1975- 1995 [J]. Shellfish Res, 1998, 17: 1015- 1036.
- [3] Chang Y Q, Song J, Wang G D, et al. Seeds breeding of hard clam *Merccenaria mercenaria* [J]. J Fish Sci China, 2002, 9(1):43- 47. [常亚青, 宋 坚, 王国栋, 等. 硬壳蛤人工育苗技术[J]. 中国水产科学, 2002, 9(1): 43- 47.]
- [4] Tao P, Xu Q L, Tang S R. Anlysis of nutritive componets of some gastropoda and bivalvin in Dalian coastline [J]. Journal of Liaoning Normal University (Natural Science), 2000, 23(2): 182- 186. [陶 平, 许庆陵, 谭淑荣. 大连沿海几种腹足类和双壳类的营养成分分析[J]. 辽宁师范大学学报(自然科学版), 2000, 23(2): 182- 186.]
- [5] Huang W K, Zhao G J, Lai X L, et al. Foods chemical anlysis[M]. Shanghai: Shanghai Science and Technology Press, 1979. 11- 39. [黄伟坤, 赵国君, 赖献桐, 等. 食品化学分析[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1979. 11- 39.]
- [6] FAO/WHO Ad Hoc Expert Committee. Energy and protein requirement[s R]. FAO Nutrition Meeting Report Series. 1973, 52: 40- 73.
- [7] Sheng R Q, Gu Q M, Li Y T, et al. Basic biochemical[M]. Shanghai: Shanghai Science and Technology Press, 1980. 83- 85. [沈仁权, 顾其敏, 李泳棠, 等. 基础生物化学[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1980. 83- 85.]
- [8] Zhang C H, Wu H M, Hong P Z, et al. Nutrients and composition of free amino acid in edible part of *Pinctada martensii* [J]. J Fish China, 2000, 24(2): 180- 184. [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.]
- [9] Hayashi T H, Asakawa A, Yamaguchi K, et al. Study on flavor components in boiled crabs sugors, organic acids and minerals in the extracts[J]. Bull Jap Soc Sci Fish, 1979, 45(10): 1325- 1329.
- [10] Wang R C, Wang Z P, Zhang J Z. Marine aquaculture of mollusc[M]. Qingdao: Qingdao Ocean University Press, 1993. 155- 156. [王如才, 王昭萍, 张建中. 海水贝类养殖学[M]. 青岛: 青岛海洋大学出版社, 1993. 155- 156.]