

文章编号: 1004-7271(2009)01-0088-06

中国对虾蛋白质的营养价值评价

陈丽花¹, 肖作兵¹, 周培根²

(1 上海应用技术学院生物与食品工程系, 上海 200233;

2 上海海洋大学食品学院, 上海 201306)

摘要:为系统了解中国对虾蛋白质的营养价值,通过分析其基本营养成分含量及蛋白质的氨基酸组成,分别采用蛋白质氨基酸评分法、必需氨基酸化学评分法以及必需氨基酸指数法对其蛋白质的营养价值进行了评价。结果表明:中国对虾肉和对虾头的蛋白质含量丰富;组成中国对虾肉蛋白质的氨基酸(色氨酸除外)总量(以干重计,下同)为 73.16 g/100 g 其中必需氨基酸总量为 25.12 g/100 g 没有限制性氨基酸;组成对虾头蛋白质的氨基酸(色氨酸除外)总量为 49.47 g/100 g 其中必需氨基酸总量为 16.41 g/100 g 苯丙氨酸和酪氨酸为其限制性氨基酸。组成中国对虾肉和虾头蛋白质必需氨基酸化学评分最高的均是赖氨酸。中国对虾肉和对虾头蛋白质的必需氨基酸指数分别为 72.98%和 68.37%。中国对虾蛋白质氨基酸组成平衡、合理,是高质量的蛋白质。

关键词:中国对虾;蛋白质;氨基酸;营养价值评价

中图分类号: TS 201.2 **文献标识码:** A

Nutritional value evaluation of proteins in *Penaeus chinensis*

CHEN Li-hua¹, XIAO Zuo-bing¹, ZHOU Pei-gen²

(1. Department of Food and Bio-tech Shanghai Institute of Technology, Shanghai 200233, China;

2. College of Food Science and Technology, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China)

Abstract: Primary nutrients and the nutritional value evaluation of proteins in *Penaeus chinensis* meat and head were analysed respectively in this paper. The results suggested that contents of crude proteins in *Penaeus chinensis* meat and head are rich. Content of amino acids in proteins of *Penaeus chinensis* meat is 73.16 g/100 g not including tryptophan while that of the head is 49.47 g/100 g. Content of the essential amino acids (EAA) is up to 25.12 g/100 g and there are no limit amino acids in proteins of *Penaeus chinensis* meat while that of the head is 16.41 g/100 g. Phe and Tyr are the limit amino acids in proteins of *Penaeus chinensis* head. The chemical score (CS) of Lys is the highest both in proteins of *Penaeus chinensis* meat and head. The EAAI of proteins of *Penaeus chinensis* meat is 72.98% while that of the head is 68.37%.

Key words: *Penaeus chinensis*; protein; amino acid; nutritional value evaluation

中国对虾 (fleshy prawn), 又称东方对虾, 拉丁学名为 *Penaeus chinensis* 或 *Penaeus orientalis* Kishinouye 和墨西哥棕虾、圭亚那白虾并称为“世界三大名虾”^[1]。它营养丰富, 滋味鲜美, 是我国虾类出口的主要产品。蛋白质是食品营养价值的重要考察指标, 所有的蛋白质都是由 20 种基本氨基酸组

收稿日期: 2008-06-06

基金项目: 上海应用技术学院重点学科建设项目 (Q05018)

作者简介: 陈丽花 (1971-), 女, 山东青岛人, 讲师, 主要从事食品生物资源利用方面的研究。E-mail: ch809@126.com

成。食物蛋白质的含量、各种氨基酸的比例关系到人体蛋白质合成的质和量^[2]。本文研究了中国对虾肉及虾头的蛋白质氨基酸组成,并对其营养价值进行了评价。

1 材料与amp;方法

1.1 实验材料和仪器设备

1.1.1 原料

中国对虾(体长 10~12 cm,一级鲜度,产地渤海湾,收于 11月份);山东渤海水产品进出口有限公司。

1.1.2 主要试剂

浓硫酸、五水硫酸铜、氢氧化钠、乙醚、甲醇、无水乙酸钠、磷酸、磷酸氢二钠、EDTA、硝酸钠、三乙胺(色谱纯)、乙腈(色谱纯)、邻苯二甲醛(OPA衍生试剂)、氯甲酸苄甲脂(FMOC衍生试剂)、氨基酸标准样(1 mmol/L);美国 WATERS公司。以上试剂除特别说明外均为分析纯。

1.1.3 主要仪器设备

干燥箱(101-2B);上海市实验仪器总厂;索氏抽提器;上海分析仪器总厂;凯氏定氮仪(KDN-2C);上海纤检仪器有限公司;Waters Acquity Uplc超高效液相色谱系统;美国 Waters公司;移液枪 Digital Pipette(100-100 μ L);Witopet Germany;台式冷冻离心机 TDL-5;上海安亭科学仪器厂;超声波震荡仪 ULTRASUNICS(JL-60DTH);上海安亭科学仪器厂;电子天平(FA604A);上海精天电子仪器有限公司。

1.2 实验方法

1.2.1 原料的预处理

将解冻好的新鲜中国对虾去头去壳后的部分为虾肉,虾头及胸部去壳后的部分为虾头,搅碎后备用。

1.2.2 基本营养成分的分析

水分含量的测定:105℃干燥至恒重法^[3];粗蛋白质含量的测定:凯氏定氮法^[4];粗脂肪含量的测定:索氏抽提法^[5];灰分含量的测定:550℃灰化炉法^[5]。

1.2.3 蛋白质的氨基酸组成的分析

氨基酸组成及含量的分析采用 HPLC法。

(1)酸水解蛋白质的样品前预处理及衍生化^[6]。

分别精确称取 0.3 g左右的虾肉、虾头打浆 2 min以 1:2(W/W)的比例加入 5%的 TCA溶液超声波处理 2 min以 5 000 r/min离心 10 min除去上层清液,沉淀物再用 5%的 TCA溶液进行浸提、超声处理及离心等操作 2次。转移沉淀物于 15 mL安培瓶底部,加入 8 mL 6.0 mol/L的 HCl真空封口后于 110℃水解 24 h水解液定容、摇匀,双层滤纸过滤,取滤液 1.0 mL置于 25 mL小烧杯中,40℃真空干燥后加入 1.0 mL pH 2.2的盐酸溶解。然后采用 OPA和 FMOC衍生化试剂进行柱前衍生化反应:用精密移液枪吸取 10 μ L样品于进样瓶中,加入 70 μ L硼酸缓冲溶液,然后把进样瓶放在旋转混合器上边混合边加入 20 μ L衍生试剂-AQC(6-氨基喹啉基-N-羟基琥珀酰亚氨基甲酸酯),盖上盖子于 55℃烘箱内恒温 10 min精滤后进样。样品的 pH值必须控制在 6~10之间,否则衍生后溶液会变黄,机器无法正常检测氨基酸含量。

(2)流动相的配制。

流动相 A:准确量取 AccQ-TagTM Ultra Fluent A 50 mL用超纯水定容至 1 000 mL。其中 AccQ-TagTM Ultra Fluent A的配制方法:称取 19.04 g无水乙酸钠,加 1 000 mL纯水,搅拌溶解,用稀 H₃PO₄调 pH至 5.2加入 1% (w/v)的 EDTA溶液 1 mL、0.1 g NaNO₃以及 2.37 mL三乙胺,用稀 H₃PO₄调 pH至 4.95,过滤备用。

流动相 B:准确量取 AccQ-TagTM Ultra Fluent B 50 mL用超纯水定容至 1 000 mL。其中

AccQ-TagTM Ultra Fluent B的配制方法为用有机膜精滤过的 600 mL HPLC级乙腈和 400 mL超纯水混合、搅拌,超声水浴振荡脱气 20 s。

(3)HPLC的工作条件。

色谱柱:AccQ-TagTM Ultra Fluent Column (2.1 mm×100 mm);柱温:55℃;检测波长:260 nm;样品室温度:20℃。流动相的流速:0.7 mL/min,采用梯度洗脱,洗脱程序见表 1。

表 1 HPLC 的梯度洗脱程序

Tab. 1 Elution sequence of the HPLC

时间 (min)	流动相 A (%)	流动相 B (%)	流速 (mL/min)
0	99.9	0.1	0.8
0.54	99.9	0.1	0.8
5.74	90.9	9.1	0.8
7.74	78.8	21.2	0.8
8.04	40.4	59.6	0.8
8.64	40.4	59.6	0.8
8.73	99.9	0.1	0.8
9.50	99.9	0.1	0.8

1.2.4 蛋白质的营养价值评价

分别以 FAO/WHO 推荐的 2—5 岁学龄前儿童体内的必需氨基酸模式和鸡蛋氨基酸模式做参比,计算其氨基酸评分 (AAS)、化学评分 (CS) 以及必需氨基酸指数 (EAAI)^[7-9]。

(1)氨基酸评分 (AAS):

$$\text{氨基酸分值} = \frac{\text{受试蛋白质氨基酸的含量 (mg/g}_{\text{蛋白}})}{\text{参比模式中同种氨基酸的含量 (mg/g}_{\text{蛋白}})} \times 100$$

(2)氨基酸化学评分 (CS):

$$\text{氨基酸化学评分} = \frac{\text{受试蛋白质氨基酸的含量 (mg/g}_{\text{蛋白}})}{\text{鸡蛋蛋白质中同种氨基酸的含量 (mg/g}_{\text{蛋白}})} \times 100$$

(3)必需氨基酸指数 (EAAI):

$$\text{EAAI}(\%) = \left[\prod_{i=1}^n \frac{a_i}{A_i} \right]^{1/n} \times 100$$

式中, EAAI 为必需氨基酸指数; n 为计算中涉及的必需氨基酸数。 a_i 为样品中各种必需氨基酸含量 (%); A_i 为鸡蛋蛋白中相应的必需氨基酸含量 (%); $i=1, 2, \dots, n$ 。

2 结果与讨论

2.1 中国对虾的基本营养成分

根据 1.2.2 中的方法分别对中国对虾肉与虾头中的水分、蛋白质、脂肪以及灰分等基本营养成分的含量进行了测定,结果见表 2 所示。

表 2 中国对虾的基本营养成分含量

Tab. 2 Primary nutrition components of *Penaeus chinensis*

g/100 g

部位	水分	蛋白质	脂肪	灰分
虾肉	74.23±0.90	20.62±0.43	1.51±0.12	1.65±0.09
虾头	75.92±0.89	12.75±0.45	4.53±0.14	3.19±0.07

中国对虾从结构上分为虾体、胸部和头部三部分,其中头部和胸部常统称为头部^[1]。

通常中国对虾的可食部分仅限于虾体内的肉,经测定约占整虾的 60%,略低于萍乡肉红鲫的含肉率(雌为 70.33%,雄为 67.24%)^[9],远高于另一中国特色水产品——中华绒螯蟹^[10]。由表 2 可知,湿重对虾肉中的粗蛋白质含量高达 20.62%,折算成干重含量则高达 80.02% (除特别说明外,以下均以干重计),略低于中华绒螯蟹肉(85.91%)^[10],但远高于甘露青鱼肌肉(51.52%)^[11]。

中国对虾头集中了对虾的大部分器官,经测定约占整虾的 35%。虾头中的蛋白质含量虽然比虾肉的低,但仍高达 52.95%,高于中华绒螯蟹蟹膏(32.64%)^[10]。对虾头常被作为不可食部分而废弃,是蛋白质资源的极大浪费。

湿重中国对虾肉中的粗脂肪含量为 1.51%,虽然略高于中华绒螯蟹肉^[10],但低于甘露青鱼肌肉^[11],湿重对虾头的粗脂肪含量为 4.53%,高于对虾肉,但远低于蟹膏。

以上说明对虾肉和对虾头均是典型的高蛋白、低脂肪型食物。

2.2 中国对虾蛋白质的氨基酸组成

根据方法 1.2.3 对中国对虾肉及虾头的蛋白质氨基酸组成及含量进行分析,结果如表 3 所示。

表 3 中国对虾蛋白质的氨基酸组成及含量(以干基计)

Tab. 3 Amino acids compositions of proteins in the meat and head of *Penaeus chinensis* g/100 g

氨基酸种类	虾肉蛋白质的氨基酸含量	虾头蛋白质的氨基酸含量
组氨酸(His)	1.13±0.12	1.00±0.08
丝氨酸(Ser)	2.64±0.08	2.37±0.12
精氨酸(Arg)	6.79±0.16	5.32±0.16
甘氨酸(Gly)	7.49±0.19	4.73±0.12
天冬氨酸(Asp)+天冬酰胺(Asn)	5.70±0.16	3.61±0.04
谷氨酸(Glu)+谷氨酰胺(Gln)	11.21±0.35	7.93±0.21
* 苏氨酸(Thr)	3.03±0.04	1.87±0.08
丙氨酸(Ala)	5.01±0.16	4.24±0.08
脯氨酸(Pro)	4.89±0.23	2.20±0.16
半胱氨酸(Cys)	0.66±0.08	0.50±0.12
* 赖氨酸(Lys)	5.55±0.04	4.40±0.29
酪氨酸(Tyr)	2.52±0.04	1.16±0.16
* 蛋氨酸(Met)	1.98±0.27	1.20±0.16
* 缬氨酸(Val)	3.30±0.08	1.91±0.04
* 异亮氨酸(Ile)	2.83±0.19	1.54±0.12
* 亮氨酸(Leu)	5.67±0.23	3.99±0.12
* 苯丙氨酸(Phe)	2.76±0.08	1.50±0.08
氨基酸总量(TAA)	73.16	49.47
必需氨基酸量(EAA)	25.12	16.41
(EAA/TAA)×100	34.34	33.16

注:带*的为必需氨基酸

酸水解蛋白质的优点在于它不引起消旋作用,得到的是 L-氨基酸,其缺点在于色氨酸几乎会全部被沸酸破坏,羟基氨基酸(如丝氨酸、苏氨酸和酪氨酸)也有一小部分被分解,同时天冬酰胺和谷氨酰胺的酰胺基被水解下来而使其转化成相应的氨基酸^[12]。据研究^[13],如用盐酸直接水解,半胱氨酸将会造成 20%~55%的损失。因此,酸水解得不到完整的氨基酸分析结果。

由表 3 可知,组成中国对虾肉蛋白质的氨基酸(色氨酸除外)总量为 73.16 g/100g 比中华绒螯蟹肉(85.42%)低^[10]。必需氨基酸含量达 25.12 g/100g 约占虾肉蛋白质氨基酸的 34.34%。含量最高的是氨基酸是谷氨酸和谷氨酰胺,高达 11.21 g/100g 其次是甘氨酸(7.49 g/100g)、精氨酸(6.79 g/100g)、天冬氨酸和天冬酰胺(5.70 g/100g)、亮氨酸(5.67 g/100g)、赖氨酸(5.55 g/100g)、丙氨酸(5.01 g/100g)、脯氨酸(4.89 g/100g)等。

组成中国对虾头蛋白质的氨基酸(色氨酸除外)总量为 49.47 g/100g 其中必需氨基酸含量为

16.41 g/100g 含量最高的氨基酸也是谷氨酸和谷氨酰胺,高达 7.93 g/100g 其次是精氨酸 (5.32 g/100g)、甘氨酸 (4.73 g/100g)、赖氨酸 (4.40 g/100g)、丙氨酸 (4.24 g/100g)等。无论是虾肉还是虾头,半胱氨酸和组氨酸的含量均较低。

同中国对虾肉一样,中华绒螯蟹肉^[10]、甘露青鱼肌肉^[11]以及马氏珍珠贝肉^[14]蛋白质的氨基酸中含量最高的也是谷氨酸和谷氨酰胺,其次是精氨酸、赖氨酸、亮氨酸、丙氨酸以及甘氨酸,而组氨酸、半胱氨酸的含量则相对较低。因此,蛋白质中的谷氨酸和谷氨酰胺、精氨酸、赖氨酸、亮氨酸、丙氨酸、甘氨酸含量丰富,而组氨酸、半胱氨酸的含量相对较低可能是动物性水产食品的共性。

2.3 中国对虾蛋白质的营养价值评价

评价一种食物营养价值的主要指标是考察其蛋白质的营养价值,而蛋白质的评价方法通常有蛋白质的含量、消化率、生物价、净利用率、功效比值以及蛋白质中必需氨基酸的含量及比值等。表 2 表明中国对虾肉的蛋白质含量高达 80.02 g/100g 其中必需氨基酸含量达 25.12 g/100g 对虾头中的蛋白质含量也达 52.95%,其中必需氨基酸含量达 16.41 g/100g。研究表明:食物蛋白质的必需氨基酸含量及比值越接近人体需要的模式越容易被人体吸收利用^[2]。根据方法 1.2.4 折算中国对虾蛋白质的氨基酸营养评价分值、化学评分以及必需氨基酸指数,结果见表 4 所示。

表 4 中国对虾蛋白质的氨基酸分值 (AAS)、化学评分 (CS)及必需氨基酸指数 (EAAI)

Tab 4 AAS CS and EAAI in proteins of *Penaeus chinensis*

氨基酸种类	模式蛋白质氨基酸的含量 (mg/g 蛋白)		虾肉蛋白质的氨基酸			虾头蛋白质的氨基酸		
	儿童体内	鸡蛋	含量 (mg/g 蛋白)	AAS	CS	含量 (mg/g 蛋白)	AAS	CS
苏氨酸	34	47	37.83	111	0.80	35.29	104	0.75
赖氨酸	58	70	69.35	119	0.99	83.14	143	1.19
蛋氨酸 + 半胱氨酸	25	57	32.97	132	0.58	32.16	129	0.56
缬氨酸	35	66	41.22	118	0.62	36.08	103	0.55
异亮氨酸	28	54	35.40	126	0.66	29.02	104	0.54
亮氨酸	66	86	70.81	107	0.82	75.29	114	0.88
苯丙氨酸 + 酪氨酸	63	93	65.95	105	0.71	50.20	80	0.54
∑ EAA	309.00	473.00	353.53	—	—	341.18	—	—
EAAI	—	—	—	72.98	—	—	68.37	—

由表 4 可知:与学龄前儿童体内的蛋白质必需氨基酸模式相比,中国对虾肉的各项必需氨基酸分值均大于 100,即中国对虾肉没有限制性氨基酸,说明中国对虾肉蛋白质的氨基酸组成平衡、合理,是优质蛋白质,营养价值高于中华绒螯蟹肉(胱氨酸和半胱氨酸是其限制性氨基酸)^[10];虾头蛋白质的各项必需氨基酸除苯丙氨酸和酪氨酸的评价分值小于 100 外,其余的氨基酸分值均大于 100,说明只有苯丙氨酸和酪氨酸是虾头蛋白质的限制性氨基酸,总的来讲,虾头蛋白质的氨基酸组成也比较符合学龄前儿童人体必需氨基酸的构成模式。组成中国对虾肉蛋白质的必需氨基酸含量达 353.53 mg/g 蛋白,组成中国对虾头蛋白质的必需氨基酸含量达 341.18 mg/g 蛋白,虽然低于鸡蛋的必需氨基酸模式,但均高于 FAO/WHO 推荐的 2~5 岁学龄前儿童体内的必需氨基酸模式。

根据中国预防医学科学院营养与卫生研究所提出的鸡蛋蛋白氨基酸模式,对中国对虾肉和虾头的必需氨基酸进行化学评分。由表 4 可知,组成中国对虾肉和虾头蛋白质必需氨基酸化学评分含量最高的均是赖氨酸,明显高于 FAO/WHO 模式^[7],对于以谷类为主食的人群来说,可以弥补赖氨酸的不足,从而大大提高人体对谷类蛋白质的利用率。另外,各必需氨基酸均高于外塘甲鱼肌肉蛋白质中的相应氨基酸^[9]。

由表 4 可知,中国对虾肉蛋白质的必需氨基酸指数为 72.98,虾头蛋白质的必需氨基酸指数为 68.37,均大大高于外塘甲鱼肌肉蛋白质中的必需氨基酸指数^[9]。

3 结论

(1)中国对虾肉的蛋白质含量丰富而脂肪含量较低,是典型的高蛋白、低脂肪型食物。对虾头中的蛋白质含量也较高。

(2)组成中国对虾肉蛋白质的氨基酸(色氨酸除外)总量为 73.16 g/100 g 其中必需氨基酸含量达 25.12 g/100 g 中国对虾肉蛋白质没有限制性氨基酸;组成中国对虾头蛋白质的氨基酸(色氨酸除外)总量为 49.47 g/100g 其中必需氨基酸含量达 16.41 g/100 g 对虾头蛋白质的限制性氨基酸为苯丙氨酸和酪氨酸。

(3)组成中国对虾肉蛋白质的必需氨基酸含量达 353.53 mg/g蛋白,组成中国对虾头蛋白质的必需氨基酸含量达 341.18 mg/g蛋白。组成中国对虾肉和虾头蛋白质必需氨基酸化学评分含量最高的均是赖氨酸。中国对虾肉蛋白质的必需氨基酸指数为 72.98,虾头蛋白质的必需氨基酸指数为 68.37。

(4)中国对虾肉和虾头蛋白质的氨基酸组成平衡、合理,是高质量的蛋白质。

参考文献:

- [1] 纪成林. 中国对虾养殖新技术 [M]. 北京:金盾出版社, 1999: 1—10.
- [2] 刘志皋. 食品营养学 [M]. 北京:中国轻工业出版社, 1991: 76—258.
- [3] GB/T14769—1993. 食品中水分的测定方法 [S].
- [4] GB/T 5009.5—2003. 食品中蛋白质的测定 [S].
- [5] 谢音, 屈小英. 食品分析 [M]. 北京:科学技术文献出版社, 2006: 2—62.
- [6] GB/T14965—1994. 食物中氨基酸的测定方法 [S].
- [7] FAO/WHO/UNU. Energy and protein requirements Report of a joint FAO/WHO/UNU expert consultation World Health Organization technical report series 724 [R]. Geneva WHO, 1985: 121—123.
- [8] 中国预防医学科学院营养与食品卫生研究所. 食物成分表 [M]. 北京:人民卫生出版社, 1991: 1—166.
- [9] 杨文鹤, 李太武, 徐大伦, 等. 外塘雌雄甲鱼营养成分的分析与评价 [J]. 2004, 24(1): 15—18.
- [10] Chen DeWei Zhang M in Shrestha Sundar Compositional characteristics and nutritional quality of Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis*) [J]. Food Chemistry, 2007, 103(4): 1343—1349.
- [11] 蔡宝玉, 王利平, 王树英. 甘露青鱼肌肉营养分析和评价 [J]. 水产科学, 2004, 23(9): 34—35.
- [12] 沈同, 王镜岩. 生物化学 [M]. 北京:高等教育出版社, 1989: 78—79.
- [13] Spindler M, Stadler R, Tanner H. Amino acid analysis of feedstuffs. Determination of methionine and cystine after oxidation with performic acid and hydrolysis [J]. J Agric Food Chem, 1984, 32: 1366—1371.
- [14] 刁石强, 李来好, 陈培基, 等. 马氏珍珠贝肉营养成分分析及评价 [J]. 湛江海洋学院学报(自然科学版), 2000, 19(1): 42—46.