

文章编号: 1674-5566(2009)02-0155-05

条浒苔营养成分测定与分析

蔡春尔, 姚 彬, 沈伟荣, 何培民

(上海海洋大学水产与生命学院, 上海 201306)

摘 要:应用生物化学技术对采自象山港海区的条浒苔进行了蛋白质、粗脂肪、粗纤维、灰分、矿物质元素、氨基酸、脂肪酸、叶绿素等含量测定和分析, 结果表明: 条浒苔的蛋白质、粗脂肪、粗纤维、灰分含量分别为 22.10%、1.18%、5.65%、31.99%; 矿物质中钠、钙、钾、锌、镁含量分别为 0.804%、0.656%、0.546%、0.053% 和 0.162%, 氮和磷含量分别为 4.498% 和 0.286%; 含 17 种氨基酸, 其中必需氨基酸含量 6.11%, 占氨基酸总量的 38.33%, 含 13 种脂肪酸, 其中有 11 种为不饱和脂肪酸, 占脂肪酸总量的 52.43%, 高度不饱和脂肪酸 EPA(C20:5) 占脂肪酸总量的 3.76%; 叶绿素含量为 0.1410%。数据表明: 条浒苔是一种高膳食纤维、较高蛋白、低脂肪、低热量海藻, 富含矿物质和维生素的天然理想保健食品。

关键词:条浒苔; 营养成分; 测定与分析

中图分类号: R 151.3; TS 201.2 **文献标识码:** A

Determination and analysis of nutrition compositions in *Enteromorpha clathrata*

CAI Chun-er YAO Bing SHEN Wei-rong HE Pei-min

(College of Fisheries and Life Shanghai Ocean University, Shanghai 201306)

Abstract: *Enteromorpha* are good edible seaweed food and the main nutrition compositions of *E. clathrata* were determined with various standard protocols. Their contents of total protein, crude fat, fibrin, and mineral were 22.10%, 1.18%, 5.65% and 31.99% in total weight respectively. The compositions of Na, Ca, K, Zn and Mg accounted for 0.804%, 0.656%, 0.546%, 0.053% and 0.162% in total weight respectively, and nitrogen and phosphorus were 4.498% and 0.286% respectively. The content of essential amino acids was about 6.11% in total weight and 38.33% in total amino acids. There also were eleven kinds of unsaturated fatty acids accounting for 52.43% in total fatty acids. High unsaturated fatty acid EPA (C20:5) was 3.76% in total fatty acids. Moreover, chlorophyll content was 0.1410%. It indicated that *E. clathrata* are healthy seaweed food with high nutrition.

Key words: *Enteromorpha clathrata*; nutrition components; determination and analysis

浒苔属于绿藻门、石莼目、石莼科植物, 主要分布我国东南沿海, 含铁量为我国食物中之最^[1]。近年来海洋生态环境污染越来越严重, 水体富营养化问题已经成为世界性的环境问题^[2]。“绿潮”(green tide)的形成则是大自然对海洋富营养化海域自我生态修复的表现, “绿潮”中所含的大量浒苔如果不加

收稿日期: 2008-07-31

基金项目: 上海市浦江人才计划项目(05PJ14086); 上海市重点建设学科“水生生物学”S30701

作者简介: 蔡春尔(1980-), 男, 浙江海盐人, 讲师, 主要从事海藻活性物质研究。E-mail: cccar@shou.edu.cn

通讯作者: 何培民, Tel: 13371935272, E-mail: pmhd@shou.edu.cn

以充分利用,将仍然面临再次污染海区的威胁。因此,如何利用大量浒苔生物质将是目前重要任务。本实验将以条浒苔为材料,对其主要营养成分(蛋白质、脂肪、粗纤维、无机元素等)进行分析和营养学评价,为进一步更好地充分利用浒苔资源、开发浒苔新型高值产品和海洋药物等奠定基础。

1 材料与方法

1.1 藻体来源

条浒苔 (*Enteromorpha clathrata*) 分别于 2006 年 11—12 月采集于浙江象山港滩涂。

1.2 水分测定

采用 105℃ 烘箱干燥法,具体方法参见文献 [3]。设 3 个平行样。

1.3 蛋白质测定

采用微量凯氏定氮法分析,具体方法参见文献 [3]。0.2 g 样品移入消化管内,加催化剂和 10 mL 硫酸于消化炉上消化,冷却后将溶液置于 KDN-04A 型定氮仪上蒸馏,用 0.1 mol/L HCl 滴定至溶液由蓝色变成粉红色,按下列公式计算蛋白质含量:

$$\text{蛋白含量}(\%) = \frac{(V - V_0)N \times 0.014 \times A \times 100}{W}$$

式中: V ——消耗 HCl 的体积; V_0 ——空白实验时消耗的 HCl 的体积;

N ——HCl 的当量浓度; 0.014——1 mL HCl 的克当量数;

A ——固定系数 (6.25); W ——试样重量 g

实验设 3 个平行样。

1.4 脂肪测定

采用索氏抽提法^[3]。运用减重法计算粗脂肪含量。设 3 个平行样。

1.5 粗纤维

采用重量法^[3]。用 1.25% 硫酸和氢氧化钠先后分别加热沸腾 0.5 h 筛绢过滤,按烘干后重量与烧灼后重量之差作为粗纤维计算。设 3 个平行样。

1.6 粗灰分

550℃ 干法灰化法^[3]。2.0 g 样品在 105℃ 下烘干,电炉上低温碳化,高温灰化炉 550℃ 烧灼至恒重。设 3 个平行样。

1.7 无机元素

Na, Ca, K, Zn, Mg 测定采用火焰原子吸收分光光度法^[4]。0.25 g 样品在 550℃ 下灰化 2 h HCl (1+1) 溶解,去离子水定容,用 GBC-932 plus 型原子吸收光谱仪(火焰法)测定 K, Na, Ca, Mg, Zn 等元素。设 3 个平行样。

1.8 氨基酸

盐酸水解法,样品用 6 mol/L 的 HCl 110℃ 水解 24 h 定容稀释后,用日立 835-50 型氨基酸自动分析仪测定^[5]。

1.9 脂肪酸

索氏抽提法提取的脂肪置于圆底烧瓶中,在圆底烧瓶中加苯-石油醚溶液 (1:1) 1.5 mL 和 1.5 mL 0.5 mol/L NaOH-甲醇溶液,用蒸馏水稀释至 10 mL 静置,取上清液于样品瓶中,采用气相色谱仪 (Agilent 6890 plus) 测定,实验参数:毛细柱, HP-5 5% Phenyl Methyl Siloxane 长 30 m, 最高温度 320℃。80~100 目 10% DEGS 固定相,进样口温度 300℃,检测器温度 300℃,氮气流量: 20 mL/min,氢气流量: 30 mL/min,空气流量: 300 mL/min,分流进样,分流比为 2:1,进样量 2.0 μL。程序升温: 60℃ 以

20℃ /min升温至 150℃,其后以 3.5℃ /min至 285℃。柱压为恒压^[6]。设 3个平行样。

1.10 叶绿素测定

采用 N,N-二甲基甲酰胺(DMF)浸泡法,具体参见文献[7]。样品加入 DMF浸泡 2~3 d浸液在 663 nm和 645 nm测出光吸取值,按以下公式计算:叶绿素含量=(8.02×A₆₆₃+20.21×A₆₄₅)×V。

2 结果

2.1 基本营养成分含量

表 1为条浒苔蛋白质,脂肪,粗纤维等基本营养成分含量情况。

表 1 条浒苔的基本营养成分含量
Tab. 1 Content of main nutrition compositions in *E. clathrata*

基本成分	蛋白质	脂肪	灰分	粗纤维	水分
营养成分含量(%)	22.10±0.210	1.18±0.197	31.99±0.095	5.65±0.782	7.89±0.217

2.2 无机元素含量

表 2为条浒苔 Na、Ca、K、Zn、Mg元素含量。同时分别利用氯胺法和钼蓝比色法测得其含氮 4.498%,含磷 0.286%。

表 2 条浒苔的无机元素含量
Tab. 2 Content of inorganic element in *E. clathrata*

无机元素	钠	钙	钾	锌	镁
含量(μg/mL)	0.804±0.141	0.656±0.132	0.546±0.041	0.053±0.025	0.162±0.033

2.3 氨基酸含量

表 3为条浒苔的氨基酸组成和含量,显示条浒苔含 17种氨基酸,必需氨基酸占氨基酸总量的 38.33%,从氨基酸组成来看,鲜味氨基酸含量最高,其次是甜味氨基酸。

表 3 条浒苔的氨基酸组成和含量
Tab. 3 Composition and content of amino acid in *E. clathrata*

氨基酸类型	组成	占干重百分比(%)
必需氨基酸	赖氨酸 Lys	0.76
	苏氨酸 Thr	0.66
	缬氨酸 Val	1.12
	亮氨酸 Leu	1.11
	异亮氨酸 Ile	0.67
	苯丙氨酸 Phe	1.13
	蛋氨酸 Met	0.39
	组氨酸 His	0.27
	合计	6.11
非必需氨基酸	谷氨酸 Glu	2.04
	天冬氨酸 Asp	2.25
	丙氨酸 Ala	1.27
	甘氨酸 Gly	1.02
	丝氨酸 Ser	0.41
	胱氨酸 Cys	0.22
	酪氨酸 Tyr	0.56
	脯氨酸 Pro	1.00
	精氨酸 Arg	1.06
	合计	9.83
总量	15.94	

2.4 脂肪酸含量

表 4 为条浒苔的脂肪酸组成和含量表,显示条浒苔含 13 种脂肪酸,不饱和脂肪酸占脂肪酸总量的 52.43%,其中亚麻酸含量为 13.26%,油酸含量为 6.27%。

表 4 条浒苔的脂肪酸组成和含量
Tab. 4 Composition and content of fatty acid in *E. clathrata*

组 成	占脂肪酸百分比 (%)
十二碳二烯酸 (C12: 2)	4.99
肉豆蔻酸 (C14: 0)	4.91
十四碳一烯酸 (C14: 1)	2.31
十四碳二烯酸 (C14: 2)	3.12
十四碳三烯酸 (C14: 3)	3.23
棕榈酸 (C16: 0)	14.58
棕榈油酸 (C16: 1)	3.85
十六碳二烯酸 (C16: 2)	5.54
油酸 (C18: 1)	6.27
亚油酸 (C18: 2)	3.43
亚麻酸 (C18: 3)	13.26
花生四烯酸 (C20: 4)	2.67
EPA (C20: 5)	3.76

2.5 叶绿素含量

实验测得条浒苔的叶绿素含量为 1.410 mg/g。

3 讨论

3.1 基本营养成分分析评价

从实验结果可以看出,条浒苔是一种较高蛋白 (22.10%),低脂肪 (1.18%) 的藻类,该类食品具有抑制血小板凝集,降低血糖和胆固醇的作用,并可健脑益智。

近代营养学已将食物纤维列为人体必需营养素之一,规定正常膳食的食物纤维供应量为 4~12 g/d,条浒苔是很好的食物纤维源,除了 5.65% 的不溶性粗纤维外,还有 20.22% 的水溶性食物纤维,主要为琼胶和粘性多糖等成分^[8]。

3.2 无机元素分析评价

实验显示条浒苔中 K、Ca、Na 的含量较高,表明其对维持身体内钾钠平衡,预防高血压等心血管疾病,促进骨骼生长均有积极意义。此外条浒苔中 N 元素含量很高 (4.498%),表明其对海水中 N 元素的吸收能力较强,这对于富营养化海域的修复具有积极意义。

3.3 氨基酸分析评价

氨基酸是蛋白质的基本组成单位,有些可直接用作药物,或在剧烈运动时作为燃料产生能量,并能促进体内新陈代谢作用,如刺激产生荷尔蒙和消除多余的脂肪。条浒苔必需氨基酸含量为 6.11%,占氨基酸总量的 38.33%,与非必需氨基酸的比值为 0.62。这些指标都接近或达到 FAO/WHO 提出的氨基酸模式,即必需氨基酸总量应达到氨基酸总量的 40% 以上,必需氨基酸总量与非必需氨基酸总量的比值应在 0.6 以上。就各种风味氨基酸含量而言,鲜味氨基酸 Glu (2.04%) 和 Asp (2.25%) 含量最高,其次是甜味氨基酸 Ala (1.27%)、Gly (1.02%),因此条浒苔可作为丰富的氨基酸来源。此外,其所含天冬氨酸 (占氨基酸总量的 14.12%) 对于细胞内线粒体的能量代谢、氮代谢,中枢神经系统兴奋神经递质产生,体内尿素循环等方面起着重要作用,在临床广泛用于治疗肝炎、肝硬化、肝昏迷。因此,条浒苔中高含量的天冬氨酸是它具有保健功能的重要物质基础之一。

3.4 脂肪酸分析评价

不饱和脂肪酸是防治心脑血管疾病的特殊营养物质,在降血脂,去血小板凝集,减血栓,提高免疫力,健脑明目等方面均有作用。条浒苔 11种不饱和脂肪酸中,亚麻酸含量高达 13.26%;其次为单不饱和脂肪酸油酸,含量达 6.27%,对单不饱和脂肪酸而言,在降低血胆固醇、甘油三酯和低密度脂蛋白胆固醇的作用方面与多不饱和脂肪酸相近,但无后者促进机体脂质过氧化、化学致癌作用等副作用;另外高度不饱和脂肪酸 EPA(含量 3.76%)还具有防止动脉硬化,防治老年性痴呆等功能^[9],因此条浒苔可作为一种良好的功能性油脂原料。

3.5 与紫菜的营养成分比较

研究表明,坛紫菜的蛋白质含量在 30.4%~35.9%之间,粗脂肪含量为 0.36%~0.54%,纤维素含量为 1.8%~3.3%,灰分含量为 11.1%~15.8%,氨基酸含量为 16.21%;而条斑紫菜的蛋白质含量为 33.9%~40.1%,粗脂肪含量为 6.9%~7.9%,纤维素含量为 5.3%~5.8%,灰分含量为 9.0%~12.6%,氨基酸含量为 19.01%^[10-12]。可见两者的蛋白质含量远高于条浒苔,而纤维素含量却不及后者,这更加显出条浒苔这一类高纤维海藻食品具有促进肠胃蠕动,防治便秘及所导致的结肠癌,并通过阻止脂肪、胆固醇的吸收,减少热能摄入,起到减肥的作用。由于决定口味的丙氨酸和谷氨酸含量是坛紫菜最高(4.37%),条浒苔次之(3.31%),条斑紫菜(2.57%)最低,因此在口感上,坛紫菜最佳,条浒苔次之。

参考文献:

- [1] 王建伟,林阿朋,李艳燕,等. 浒苔 (*Enteromorpha prolifera*)藻体发育的显微观察 [J]. 生态科学, 2006, 25(5): 400-404.
- [2] 何培民,张寒野,徐姗姗. 我国海洋环境生态修复与海藻生物能源产业链发展 [M]. 上海: 同济大学出版社, 2005: 184-186.
- [3] 黄伟坤. 食品检验与分析 [M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1997: 230-252.
- [4] 刘福玲. 食品物理与化学分析方法 [M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1987: 278-371.
- [5] 赵谋明,刘通讯. 江蓠藻的营养学评价 [J]. 营养学报, 1997, 19(1): 64-70.
- [6] Floch J, Lee M, Stoaney G H. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues [J]. J Bio Chem, 1957, 226: 497-509.
- [7] 何培民,张荣统. 紫菜光合作用及其主要影响因素 [J]. 南京农业大学学报, 1999, 22(4): 19-22.
- [8] 徐大伦,欧昌荣,杨文鸽,等. 纤维素酶法提取浒苔多糖的工艺条件 [J]. 海洋渔业, 2005, 27(1): 85-88.
- [9] 何培民,秦松,严小军,等. 海藻生物技术及其应用 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2007: 213.
- [10] 何培民,王素娟. 条斑紫菜细胞苗培养及总氮和氨基酸分析 [J]. 水产学报, 1991, 15(1): 48-54.
- [11] 王海明,周彦钢. 条斑紫菜营养成分分析 [J]. 浙江省医学科学院学报, 1997, 8(2): 24-25.
- [12] 陈人弼. 坛紫菜主要营养成分的分析 [J]. 台湾海峡, 1999, 4: 465-468.