

海地瓜, 黑乳参和乌皱辐肛参营养成分对比

董晓弟, 潘如佳, 王长海

(江苏省海洋生物学重点实验室, 南京农业大学资源与环境学院, 江苏南京 210095)

摘要:通过对干海参海地瓜, 黑乳参和乌皱辐肛参体壁组成, 氨基酸组成, 脂肪酸组成, 多糖组成, 矿物质和微量元素组成成分的分析, 来比较这三种海参的营养品质。结果显示三种海参都具有共同的特点: 高蛋白, 低脂肪。鲜味氨基酸(DAA)包括: 谷氨酸, 天冬氨酸, 甘氨酸, 苏氨酸和丙氨酸。在这三种海参中鲜味氨基酸是含量最多的氨基酸, 在海地瓜, 黑乳参和乌皱辐肛参中分别占 61.6%、58.1%、59.7%。亮氨酸/精氨酸的比值在这三种海参中都非常低, 范围在 0.39~0.46。相较于其他两种海参, 海地瓜含有较少的饱和脂肪酸(21.4%)和较多的不饱和脂肪酸(67.1%), 其中多不饱和脂肪酸主要为花生四烯酸(C20:4)。这三种海参中 Fe (16.3 mg/kg~24.1 mg/kg) 和 Zn (11.7 mg/kg~19.0 mg/kg) 含量较高, As (0.58 mg/kg~0.66 mg/kg) 和 Cd (0.49 mg/kg~0.21 mg/kg) 的含量相对较低。通过比较分析表明: 海地瓜体壁要比黑乳参和乌皱辐肛参具有更高的营养价值。

关键词: 海参; 体壁; 化学组成; 营养品质

文章编号: 1673-9078(2013)12-2986-2990

Comparison of Nutritional Values of *Acaudina molpadioides*, *Holothuria nobilis*, and *Actinopyga miliaris*

DONG Xiao-di, PAN Ru-jia, WANG Chang-hai

(Jiangsu Provincial Key Laboratory of Marine Biology, College of Resources and Environmental Sciences, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China)

Abstract: The compositions of body wall, amino acid, fatty acid, polysaccharide as well as mineral and trace element contents of *Acaudina molpadioides*, *Holothuria nobilis*, and *Actinopyga miliaris* were analyzed and compared to assess their nutritional qualities. The three sea cucumbers shared similar characteristics with high protein and low lipid. Delicious amino acids (DAA), including glutamic acid, aspartic acid, glycine, threonine, and alanine, with the following contents: 61.6% for *A. molpadioides*, 58.1% for *H. nobilis*, and 59.7% for *A. miliaris*. A low lysine and arginine ratio ranging from 0.39 to 0.46 was observed in all species. *A. molpadioides* contained less saturated fatty acids (21.4%) and more unsaturated fatty acids (67.1%) than other two species, and arachidonic acid (C20:4) constituted most of the polyunsaturated fatty acids (PUFA). The three samples showed relatively high Fe (16.3 to 24.1 mg/kg) and Zn (11.7 to 19.0 mg/kg) contents but low As (0.58 to 0.66 mg/kg) and Cd (0.49 to 1.21 mg/kg) contents. The comparison revealed that the body walls of *A. molpadioides* contained higher nutritional values than *H. nobilis* and *A. miliaris*.

Key words: sea cucumber; body wall; chemical composition; nutritional quality

对人类的日常饮食而言, 海产品如海带、虾、蟹及海参都是很好的营养来源。在这些产品中, 海参作为一种营养滋补品和民间医药品已经在亚洲国家被广泛地食用, 特别是在中国, 韩国和日本。据《本草纲目拾遗》记载, 海参味甘, 补肾, 益精髓, 摄小便, 壮阳疗痿, 其性温补, 足敌人参, 故名海参。所以, 海参不仅是珍贵的食品, 也是名贵的药材^[1]。

国家刺参的捕捞量和海参制品总量估计可达到

收稿日期: 2013-08-17

基金项目: 国家高技术研究发展计划(863计划)资助项目(2012AA021706)

作者简介: 董晓弟(1987-), 女, 博士, 研究方向: 应用海洋生物学

通讯作者: 王长海(1962-), 教授, 研究方向: 应用海洋生物学

12,331 t^[2], 并且刺参早已开始采用人工养殖的方法来满足市场需求。由于海参的营养和药用价值, 许多的干制海参都已经进行市场出售^[3]。迄今为止, 被鉴定出来的海参品种大约有 1250 种, 同时还有数量较大的物种没有被鉴定出来, 但绝大多数不能食用, 我国海域出产的可以食用的海参有 20 多种。

海参传统可食用的部分是体壁。海参体壁因具有缓解疲劳, 延缓衰老, 抗血栓, 消炎, 抗癌, 保护神经组织的功能而被广泛地食用^[4]。中国国内的海参产地主要是北方沿海区域(辽宁、烟台、威海、青岛等)和南方沿海区域(上海、连云港、海南、福建、台湾等)。在国际和国内市场上, 主要以刺参为主, 其他品

种海参较少,但刺参价格较贵。海地瓜,黑乳参和乌皱辐肛参在中国市场中随处可见,并且价格低廉。但是,这三种干制海参体壁的营养品质还没有人去评估和比较。因此,本文对干海地瓜,黑乳参和乌皱辐肛参体壁的体成分,氨基酸,脂肪酸和矿物质成分进行了比较分析,将这三种海参的营养价值呈现给消费者。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

海地瓜,黑乳参和乌皱辐肛参是10月10号购于中国江苏省当地市场,10月份正是海参收获期。这三种海参的体长和质量依次为海地瓜:11.4±1.19 cm, 50.7±6.77 g;黑乳参:11.2±1.30 cm, 43.5±5.08 g;乌皱辐肛参:8.40±1.12 cm, 36.5±4.29 g。这三种海参的体壁切成小块后经液氮冷冻,再碾为粉末。

Hitachi L-8900型氨基酸自动分析仪,GC-MS联用分析仪(Thermo Finigan),电感耦合等离子体原子发射光谱(ICP-AES, PerkinElmer Optical Emission Spectrometer Optima 2100 DV)。

1.2 体成分分析

粗蛋白和灰分是根据国标法(AOAC, 2002)进行分析。样品置于100℃的烘箱中烘18h脱水。然后样品经马弗炉550℃加热5h后进行灰分测定;样品经过氮燃烧(AOAC 992.15)后进行粗蛋白含量测定。总碳水化合物的含量是根据苯酚/硫酸法进行测定^[5]。

1.3 氨基酸组成分析

氨基酸组成是通过改进后的酸水解法进行分析的^[6]。称取0.3g海参粉溶于10mL 6N HCl中,充氮气密封后于105℃水解24h。得到的水解产物旋转蒸发至干后用20mL 0.02N HCl稀释。样品经过0.22μm膜过滤后用带有磺酸离子交换柱(4.6mm×60mm)的Hitachi L-8800型氨基酸自动分析仪测定。缓冲液和茚三酮溶液流速均为0.1mL/min,色谱柱和柱箱温度分别为60℃和135℃。结果表示为各个氨基酸占总氨基酸的平均百分比。

1.4 脂肪酸组成分析

用稍作修改的Folch法^[7]对脂肪酸进行测定。简而言之,用体积比为2.5:1.25:1的甲醇,氯仿,水混合液浸泡海参粉并搅拌过夜。然后加入相同体积的氯仿和水(甲醇体积的1/2)至混合液中,静置分层。下

层溶液经旋转蒸发得到黄色油状物质。海参油状物溶于正己烷后加入0.5N KOH甲醇溶液,70℃水浴20min进行甲酯化。超声处理5min后,3,000r/min离心10min得到反应产物。上层有机相用氮吹仪浓缩至2mL后在用GC-MS联用仪进行分析。

脂肪酸甲酯是由配备有一个DB-WAX毛细管柱(30m×0.25mm×0.25μm)的GC-MS进行分析。柱温程序如下:160℃持续1min,160℃至240℃,升温速率5℃/min,最后240℃持续15min。离子源是一种30m/z~400m/z范围内的电子轰击源。结果表示为各个脂肪酸占总脂肪酸的平均百分比。

1.5 矿物质和微量元素的测定

矿物质和微量元素(Zn、As、Cr、Cu、Fe、Cd、Se、Pb)由电感耦合等离子体原子发射光谱仪(ICP-AES, PerkinElmer Optical Emission Spectrometer Optima 2100 DV)测定^[8]。称取0.5g干燥样品溶于8mL浓硝酸中过夜,样品经微波消解直至蒸干。用去离子水适当稀释之后进行元素分析。根据混合标准的校准曲线进行元素定量。

1.6 数据分析

用具有5%的显著水平误差的13.0版SPSS软件(SPSS Inc. Chicago, IL, USA)进行数据分析。用单因素方差分析和显著性差异(LSD)分析来比较不同物种间的营养元素差异。数据表示为平均数±标准偏差(n=3)。

2 结果与讨论

2.1 体成分组成

表1 海参的体成分组成

Table 1 Body wall composition of sea cucumbers			
组成成分(%DM)	海地瓜	黑乳参	乌皱辐肛参
粗蛋白	80.2±2.22 ^a	70.80±0.45 ^b	73.80±1.36 ^b
粗脂肪	0.50±0.14 ^b	1.33±0.02 ^c	0.91±0.06 ^a
灰分	9.38±0.09 ^a	8.52±0.25 ^b	14.20±0.80 ^b
粗多糖	1.49±0.10 ^a	2.53±0.07 ^c	2.02±0.03 ^{a,b}

注:DM:干重。同列中标有小写字母的数值具有显著性差异(P<0.05)。

三种不同海参体壁组成成分的分析结果见表1。海地瓜的蛋白含量(80.2% of DM, P<0.05)最高,脂质含量(0.50% of DM, P<0.05)最低,黑乳参的脂质含量最高,(1.33% of DM, P<0.05)。这三种海参的脂质含量都低于2.0%,与之前的研究结果相似^[9]。碳水

化合物的含量在 1.49~2.53%间,其中黑乳参的含量最高。这三种海参蛋白质的含量比已经研究过的其它海参品种高, Wen^[10]等人发现 8 种已商业化的常见海参品种的蛋白含量大致在 40.7~63.3%。总之海参有较高的蛋白质含量和较低的脂质含量,此特性使得海参成为滋补海产品中消费者对而言最具有吸引力的选择。

2.2 氨基酸组成

表2 海参氨基酸组成(总量的百分比)

Table 2 Amino acid composition (percent of the total) of sea cucumbers

氨基酸	海地瓜	黑乳参	乌皱辐肛参
必需氨基酸			
缬氨酸	3.27±0.02 ^b	4.05±0.2 ^a	3.63±0.40 ^{a,b}
蛋氨酸	1.24±0.06 ^a	1.44±0.44 ^a	1.25±0.08 ^a
异亮氨酸	1.93±0.60 ^b	3.07±0.64 ^a	2.78±0.35 ^a
亮氨酸	3.56±0.07 ^b	4.82±0.17 ^a	4.77±0.77 ^a
苏氨酸	2.36±0.11 ^b	3.23±0.30 ^a	2.68±0.26 ^b
苯丙氨酸	2.46±0.09 ^b	3.35±0.51 ^a	3.11±0.25 ^{a,b}
赖氨酸	3.49±0.12 ^a	3.45±0.50 ^a	3.11±0.14 ^a
半必需氨基酸			
组氨酸	2.17±0.09 ^a	2.41±0.37 ^a	2.05±0.02 ^a
精氨酸	7.96±0.45 ^a	7.47±0.34 ^a	7.91±0.23 ^a
非必需氨基酸			
天冬氨酸	8.36±0.27 ^b	9.24±0.38 ^a	9.44±0.22 ^a
酪氨酸	4.62±0.27 ^a	5.28±0.45 ^a	4.77±0.42 ^a
丝氨酸	4.04±0.06 ^a	4.52±0.51 ^a	4.09±0.11 ^a
谷氨酸	16.30±0.10 ^b	16.40±0.49 ^b	17.20±0.24 ^a
甘氨酸	19.00±0.26 ^a	14.80±0.61 ^b	15.60±0.67 ^b
丙氨酸	9.64±0.33 ^a	7.89±0.65 ^b	8.60±0.45 ^b
半胱氨酸	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
脯氨酸	8.56±0.03 ^a	7.14±0.62 ^b	7.62±0.23 ^b
赖氨酸/精氨酸	0.44	0.46	0.39
EAA	18.30	23.40	21.30
SEAA	10.10	9.89	9.96
NEAA	70.50	65.30	67.30 ^b

注: EAA: 必需氨基酸, SEAA: 半必需氨基酸, NEAA: 非必需氨基酸。同列中标有小写字母的数值具有显著性差(P<0.05)。

这三种海参都富含必需氨基酸(EAA)(占总氨基酸含量的 18~24%),海地瓜,黑乳参和乌皱辐肛参的必需氨基酸/非必需氨基酸(EAA/NEAA)的比率依次为 0.26、0.36 和 0.32。在这三种海参中含量最高的三种必需氨基酸是赖氨酸,缬氨酸和亮氨酸,含量最高的两种非必需氨基酸是甘氨酸和谷氨酸。

鲜味氨基酸(DAA)是重要的呈味物质,包括天冬氨酸,甘氨酸,谷氨酸,苏氨酸和丙氨酸^[11]。在海地瓜,黑乳参和乌皱辐肛参中鲜味氨基酸的含量依次为 61.6%、58.1%和 59.7%。海参体壁的鲜味氨基酸赋予了海参独特的口味。

甘氨酸、精氨酸、谷氨酸分别可以促进 NK 细胞和 T 细胞的活化和增殖,增强细胞免疫。多项研究证实:较低的赖氨酸/精氨酸比率有降低胆固醇的功效^[12]。三种海参中都具有较多的甘氨酸,精氨酸,谷氨酸和较低的赖氨酸/精氨酸比率,这使得海参具有增强免疫的功效。

2.3 脂肪酸组成

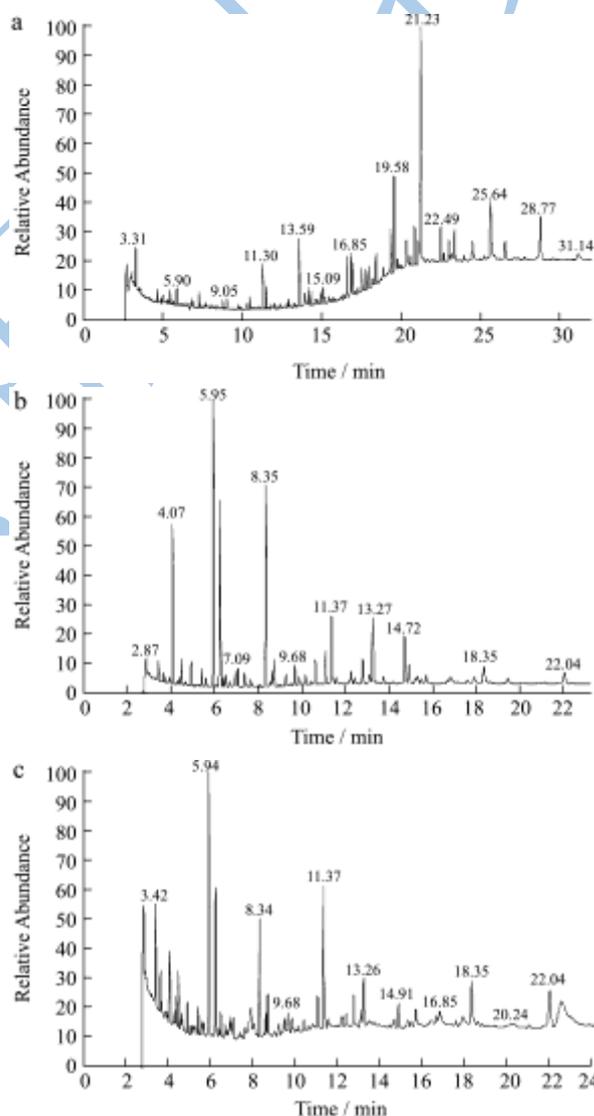


图1 海参脂肪酸气相分析

Fig.1 Fatty acid composition analysis of sea cucumbers by gas chromatography

通过气相-质谱联用分析,在海地瓜,黑乳参和乌皱辐肛参中分别鉴定出了 23、13 和 18 种脂肪酸,结

果见图 1, 图 1 中 a、b、c 分别对应海地瓜, 黑乳参和乌皱辐肛参; 其脂肪酸相对含量结果见表 3。饱和脂肪酸和非饱和脂肪酸分别占总脂肪酸的比例是: 海地瓜 21.4% 和 67.1%; 黑乳参 45.7% 和 20.4%; 乌皱辐肛参 52.0% 和 45.8%。

表3 海参的脂肪酸组成 (总量的百分比)

Table 3 Fatty acid composition (% on the total) of sea cucumbers

脂肪酸	海地瓜	黑乳参	乌皱辐肛参
饱和脂肪酸			
C14:0	1.81±0.17 ^a	15.7±3.00 ^c	8.47±1.50 ^b
C15:0	3.95±0.55 ^b	3.56±0.37 ^b	2.63±0.40 ^a
C16:0	3.98±0.60 ^a	13.8±0.94 ^b	18.6±4.08 ^b
C17:0	1.64±0.21 ^b	1.18±0.10 ^a	1.06±0.18 ^a
C18:0	2.37±0.39 ^a	7.19±0.24 ^b	14.6±1.35 ^c
C19:0	1.35±0.24	ND	ND
C20:0	2.65±0.43 ^b	1.17±0.21 ^a	2.37±0.16 ^b
C21:0	2.87±0.52 ^b	1.04±0.06 ^a	2.24±0.28 ^b
C22:0	0.74±0.11 ^a	2.02±0.17 ^b	1.99±0.34 ^b
饱和脂肪酸总量	21.4	45.7	52.0
单不饱和脂肪酸			
C16:1	1.45±0.21 ^a	4.27±0.30 ^b	13.2±1.64 ^c
C17:1	0.84±0.11	ND	ND
C18:1	4.85±0.53 ^b	4.09±0.54 ^{a,b}	2.90±0.72 ^b
C19:1	2.20±0.19	ND	ND
C20:1 n9	8.12±0.58 ^b	3.32±0.29 ^a	8.18±0.45 ^b
C21:1	4.99±0.87	ND	ND
C22:1 n9	3.33±0.45 ^b	0.83±0.17 ^a	1.02±0.29 ^a
C23:1	7.27±0.40	ND	ND
C24:1 n9	4.82±0.55 ^b	2.61±0.48 ^a	1.97±0.25 ^a
单不饱和脂肪酸总量	37.9	15.1	27.2
多不饱和脂肪酸			
C16:2 n6	ND	ND	1.25±0.14
C16:3	ND	ND	1.14±0.14
C18:2 n6	1.39±0.16	ND	0.97±0.23
C18:3 n3 (ALA)	2.08±0.12	ND	ND
C20:2	ND	ND	1.09±0.20
C20:4 n6 (ARA)	20.7±2.74 ^b	5.35±0.50 ^a	7.09±0.23 ^a
C20:5 n3 (EPA)	3.09 ± 0.33	ND	7.05 ± 0.51
C22:6 n3 (DHA)	2.05±0.19	ND	ND
多不饱和脂肪酸总量	29.30	5.35	18.60
必需脂肪酸	3.45	ND	0.97 ^c

注: ND: 未检测到。同列中标有小写字母的数值具有显著性差异 (P<0.05)。

这三种海参中的单不饱和脂肪酸 (MUFA) 和多

不饱和脂肪酸 (PUFA) 的含量差异非常明显。其中 n-9 系列单不饱和脂肪酸主要是二十碳烯酸 (C20:1 n-9), 在海地瓜、黑乳参和乌皱辐肛参中的含量依次为 8.12%±0.58%、8.18%±0.45%、3.32%±0.29%, 差异较明显; n-6 系列多不饱和脂肪酸中, 花生四烯酸 (ARA) 占总的多不饱和脂肪酸比例依次为海地瓜 93.70%, 黑乳参 100% 和乌皱辐肛参 76.20%, ARA 是类花生酸类物质的前体并且是细胞膜的主要组成物质, 它对血液凝固具有潜在的作用, 因此, 黑乳参能用于割伤和烧伤的伤口愈合; 在 n-3 系列多不饱和脂肪酸中, 二十碳五烯酸 (EPA, C20:5 n-3) 和二十二碳六烯酸 (DHA, C22:6 n-3) 在海地瓜中的含量分别是 3.09%±0.33% 和 2.05%±0.19%, 但在黑乳参中没有发现, 而 DHA 和 EPA 能预防冠状动脉疾病。在海地瓜中花生四烯酸的含量特别丰富, 可达到 20.70%±2.74%; 但是在黑乳参和乌皱辐肛参中 C14:0 和 C16:0 的含量丰富, 比例分别能达到 19.30%±2.92% 和 18.60%±4.08%。

2.4 矿物质和微量元素含量

表4 海参的矿物和微量元素组成 (mg/kg干重)

Table 4 Mineral composition of sea cucumbers (mg/kg Dry weight)

元素	海地瓜	黑乳参	乌皱辐肛参
砷(As)	0.59±0.00 ^a	0.58±0.02 ^a	0.66±0.01 ^b
镉(Cd)	0.49±0.09 ^a	1.21±0.19 ^b	1.13±0.08 ^b
铬(Cr)	3.23±0.09 ^a	6.48±0.10 ^c	4.53±0.11 ^b
铜(Cu)	1.21±0.02 ^a	2.15±0.08 ^b	2.48±0.20 ^c
铁(Fe)	21.6±0.96 ^b	16.3±0.24 ^a	24.1±0.45 ^c
铅(Pb)	1.85±0.11 ^b	1.46±0.43 ^a	1.34±0.02 ^a
硒(Se)	4.51±0.13 ^a	5.50±0.02 ^b	5.68±0.09 ^b
锌(Zn)	19.0±0.87 ^b	12.5±0.43 ^a	11.7±0.77 ^{a,d}

注: 同列中标有小写字母的数值具有显著性差异 (P<0.05)。

三种海参矿物质成分分析见表 4。三种海参都有较高的 Fe (16.3~24.1 mg/kg) 和 Zn (11.7~19.0 mg/kg) 含量和较低的 As (0.58~0.66 mg/kg) 和 (0.49~1.21 mg/kg) 含量。

铁一般在氧气运输, 细胞周期生长, 核酸, 髓磷脂和神经递质合成方面发挥作用。锌能刺激金属硫蛋白的合成, 对铜具高亲和性, 能治疗威尔森氏症^[13]。相对高含量的铁和锌使得海参成为了一种天然滋补品。

硒的含量虽然没有铁和锌的含量高, 但是硒是人体必需的矿物质营养素, 人体自身不能合成硒, 主要

通过食物摄取。硒对提高人体免疫力和预防癌症非常重要,并且可以增强生殖功能,提高精子的质量,可能这就是中医认为海参是补肾壮阳之佳品的原因之一^[14]。但不管怎样,矿物和微量元素在海参体内的存在形态,如有机态和无机态等都将影响其作用和吸收,这还有待于进一步分析。

3 结论

这三种海参都具有高蛋白低脂肪的特性,并且氨基酸组成相似,但是,在不同品种中脂肪酸的组成分布差异较大,海地瓜相比其它两种海参脂肪酸的种类更多样化,特别是单不饱和脂肪酸和多不饱和脂肪酸。海参均衡的氨基酸,脂肪酸和多糖分布,使得它对免疫调节有非常好的功效。本文着重研究海地瓜,黑乳参和乌皱辐肛参作为天然营养资源的潜力。随着人类需求的增加,不同品种海参都应检测其作为功能性食品潜力。通过体壁组成,氨基酸,脂肪酸,矿物质元素和微量元素分析表明,海地瓜和其它两种海参相比具有更高的营养价值。

参考文献

- [1] Kiew P L, Don M M. Jewel of the seabed: sea cucumbers as nutritional and drug candidates [J]. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 2012, 63 (5): 616-636
- [2] Purcell S W, Mercier A, Conand C, et al. Sea cucumber fisheries: global analysis of stocks, management measures and drivers of overfishing [J]. *Fish and Fisheries*, 2013, 14 (1): 34-59
- [3] Bai Y X, Yang Y X, Huang Q. Combined Electrohydrodynamic (EHD) and vacuum freeze drying of sea cucumber [J]. *Drying Technology*, 2012, 30 (10): 1051-1055
- [4] Bordbar S, Anwar F, Saari N. High-value components and bioactives from sea cucumbers for functional foods-a review [J]. *Marine Drugs*, 2011, 9 (10): 1761-1805
- [5] Dubois M, Gilles K A, Hamilton J K, et al. Colorimetric method for determination of sugars and related substances [J]. *Analytical Chemistry*, 1956, 28 (3): 350-356
- [6] Savoy C F, Heinis J L, Seals R G. Improved methodology for rapid and reproducible acid hydrolysis of food and purified proteins [J]. *Analytical Biochemistry*, 1975, 68 (2): 562-571
- [7] Folch J, Lees M, Sloane Stanley G H. A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues [J]. *The Journal of Biological Chemistry*, 1957, 226 (1): 497-519
- [8] 徐荣,郭刚军,袁志章,等.明月草营养成分的分析及评价[J]. 现代食品科技,2013,29(3):621-624
XU Rong, GUO Gang-jun, YANG Zhi-zhang, et al. Analysis and evaluation of nutritional components in *Angelica keiskei* [J]. *Modern Food Science and Technology*, 2013, 29 (3): 621-624
- [9] Sicuro B, Piccinno M, Gai F, et al. Food quality and safety of mediterranean sea cucumbers *Holothuria tubulosa* and *Holothuria polii* in southern adriatic sea [J]. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*, 2012, 7 (9): 851-859
- [10] Wen J, Hu C. Elemental composition of commercial sea cucumbers (*holothurians*) [J]. *Food Additives and Contaminants Part B-Surveillance*, 2010, 3 (4): 246-252
- [11] 杨芳,兰珊珊,严红梅,等.涌金莲及其加工过程中氨基酸和矿质元素分析[J].现代食品科技,2012,28(11):1569-1571
YANG Fang, LAN Shan-shan, YAN Hong-mei, et al. Analysis of Amino Acids and Mineral Elements in the Rough and Finished Product of *Musella Lasiocarpa* (Franch.) C. Y. Wu ex H. W. Li [J]. *Modern Food Science and Technology*, 2012, 28 (11): 1569-1571
- [12] Li P, Yin Y L, Li D F, et al. Amino acids and immune function [J]. *British Journal of Nutrition*, 2007, 98 (2): 237-252.
- [13] Osredkar J, Sustar N. Copper and zinc, biological role and significance of copper/zinc imbalance [J]. *Journal of Clinical Toxicology*, 2011, S3: 2161-2175
- [14] 洪芳,张宇,兰天翔,等.干海带、海参及其水产品中硒含量分析[J].中国食物与营养,2008,2:54-56
HONG Fang, ZHANG Yu, LAN Tian-xiang, et al. Analysis of selenium in dry kelp and sea cucumber and their soak-products [J]. *Food and Nutrition in China*, 2008, 2: 54-56