

海南岛 3 种石磺肌肉组织营养成分分析

陈德力¹, 郑威¹, 冯剑¹, 刘洋洋¹, 王小兵²

(1. 中国医学科学院 北京协和医学院药用植物研究所 海南分所, 海南省南药资源保护与开发重点实验室, 海南 海口 570311; 2. 海南大学 材料与化工学院, 海南 海口 570228)

摘要: 参照国家食品营养成分分析相关标准, 结合液相色谱仪, 元素分析仪, 电感耦合等离子光谱仪等测定海南岛采集的瘤背石磺(*Onchidium struma*), 紫色疣石磺(*Peronia verruculata*), 平疣桑葚石磺(*Platevindex mortoni*) 3 种石磺肌肉组织中营养成分。结果表明: 海南岛 3 种石磺均属于高蛋白低脂肪的海产品, 蛋白质含量达 65.0% 以上, 其中以平疣桑葚石磺蛋白质含量最高; 瘤背石磺肌肉组织多糖含量高达 30.96%±1.48%, 显著高于其他 2 种石磺; 3 种石磺肌肉组织中氨基酸组成全面, 且以呈味氨基酸含量最高, 均达 5.60% 以上; 3 种石磺肌肉组织均含有丰富的矿质元素, 其中以钙和镁元素含量最高, 含量达 20~30 g/kg, 同时钠和钾元素含量达 3.0~6.5 g/kg。海南岛 3 种石磺均具有丰富的营养价值, 其中以高蛋白多糖低脂肪的瘤背石磺最具有开发前景。

关键词: 石磺; 肌肉组织; 营养成分; 海南岛

中图分类号: TS254.1

文献标识码: A

文章编号: 1000-3096(2017)12-0104-06

DOI: 10.11759/hyxx20170420001

石磺, 俗称土海参、海癞子、土鸡、乌纱鳖、涂龟、土鲍等, 属于软体动物门(Mollusca), 腹足纲(Gastropoda), 肺螺亚纲(Pulmonata), 柄眼目(Stylommatophora), 石磺科(Onchidiidae), 是一种具有重要营养价值和药用价值的经济贝类^[1-2]。该贝类全身裸露无壳, 雌雄同体, 是用肺呼吸的一种进化贝类, 主要分布于我国江苏、浙江、上海、福建、海南、广西、广东、香港等地沿海江河入海处的咸淡水潮间带高潮区^[3], 印度、日本、澳大利亚、新西兰及越南、泰国等国家沿海也有分布, 是生长于陆地和海洋的过渡带的无脊椎动物^[4-5]。

石磺海产品因其丰富的营养价值和药用价值, 在江浙沪广受青睐, 已作为特色海鲜和高档滋补品受到市场欢迎^[3, 6]。民间流传石磺具有滋补、壮阳、清凉、祛火、祛湿、明目、助消化等功效, 治疗哮喘、风湿、疲劳虚弱等症^[7]。在《中国海洋药物辞典》中有如下记载^[8], “石磺别名土海参, 四季捕捞, 捕后洗净, 除去内脏, 取肉鲜用, 肉入药, 有滋补强壮之功效, 主治肝硬化、久病体虚等症状。”

石磺作为一种食用历史长, 发展迅速的新型海鲜, 国内外已广泛开展其繁殖培育^[9-10], 活性成分^[3, 5, 11-13], 受精机制^[14-15], 生物学特性^[4, 16-18]以及营养成分^[19-21]等相关研究。海南岛属于我国唯一的热带岛屿, 气候条件优越, 咸淡水汇聚滩涂面积广阔, 具有丰富的

石磺属物种资源, 但课题组查阅文献及走访海南沿海渔民, 仅在海南省临高县局部沿海村落有食用石磺的生活习性, 海南沿海其他地区尚未发现有食用石磺的历史。因此, 有必要对海南岛采集的瘤背石磺(*Onchidium struma*), 紫色疣石磺(*Peronia verruculata*), 平疣桑葚石磺(*Platevindex mortoni*)等 3 种石磺的营养成分进行系统全面的测定, 为海南岛野生石磺资源的开发利用提供基础依据。

1 材料与方法

1.1 实验材料与仪器

实验材料于 2016 年 11 月 28 日, 取自于海南省陵水黎族自治县新村镇南湾猴岛滩涂, 经海南大学材料与化工学院王小兵高级实验师鉴定分类为 3 种石磺, 分别为瘤背石磺(*Onchidium struma*), 紫色疣石磺(*Peronia verruculata*), 平疣桑葚石磺(*Platevindex*

收稿日期: 2017-04-20; 修回日期: 2017-06-22

基金项目: 海南省科协青年科技英才学术创新计划项目(No. 201517)

[Foundation: Program of Hainan Association for Science and Technology Plans to Youth Academic Innovation (No. 201517)]

作者简介: 陈德力(1987-), 男, 湖北随州人, 助理研究员, 硕士, 从事南药及海洋药物研究与开发, E-mail: chendeli9999@163.com; 刘洋洋, 通信作者, 副研究员, 电话: 0898-31589010, E-mail: eadchris@163.com; 王小兵, 通信作者, 高级实验师, E-mail: wangxiaobing4000@163.com

mortoni)。活体运输到实验室, 选取体重 15.0 g±0.5 g 的 3 种石磺各 30 只, 弃除肝胰腺、卵黄腺和肠道等内脏后, 准确称重其肌肉(主要可食部分)的重量(精确到 0.1mg), 所有样品保存于-20℃的冰箱内待营养成分测定。

自动凯氏定氮仪(K9840, 济南海能仪器股份有限公司)、电热鼓风干燥箱(DHG, 上海一恒科学仪器有限公司)、电子天平(AL104-1C, 瑞士梅特勒托利多公司)、液相色谱仪(U3000, 美国 ThermoFisher 公司)、紫外可见分光光度计(TU-1901, 北京普析通用仪器有限责任公司)、恒温恒湿培养箱(HWS-150, 天津市莱玻特瑞仪器设备有限公司)、电感耦合等离子光谱仪(ICP-OES optima 8000, 美国 Perkin Elmer 公司)、微波消解仪(WX-8000, 上海屹尧仪器科技发展有限公司)、元素分析仪(Vario EL cube, 德国 Elementar 公司)。

1.2 测定方法

1.2.1 一般营养成分测定

一般营养成分的测定参照有关国家食品检测标准进行。水分测定: 参照 GB /T5009.3-2010 直接干燥法; 灰分测定: 参照 GB /T5009.4-2010; 粗脂肪测定: 参照 GB /T 5009.6-2010 索氏抽提法; 蛋白质测定: 参照 GB /T 5009.5-2010 凯氏定氮法; 多糖的测定: 参照 GB /T 9695.31-2008。

1.2.2 碳、氢、氧、氮、硫测定

碳、氢、氧、氮及硫元素含量检测, 采用德国 Elementar 公司元素分析仪测定。

1.2.3 氨基酸组成测定

参照 GB /T5009.124-2003 利用液相色谱仪测定除色氨酸外的 17 种氨基酸; 色氨酸会由于盐酸水解而破坏, 所以采用紫外分光光度计进行测定, 参照 GB/T 15400-94。

1.2.4 矿物质元素测定

使用美国 Perkin Elmer 公司 ICP-OES optima 8000 型电感耦合等离子光谱仪, 按 GB/T5009.123-2014、GB/T5009.12-2010、GB/T5009.93-2010、NY-T 1653-2008 等标准提供的方法测定 3 种石磺肌肉中的

部分常量及微量元素。

1.3 数据分析

采用 SPSS 13.0 统计软件进行统计学分析。计量数据以 $\bar{X} \pm S$ 表示, 实验不同组间差异采用单因素方差分析(one-way ANOVA), 以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果与讨论

2.1 一般营养成分

海南岛采集的 3 种石磺肌肉组织中一般营养成分含量见表 1。从表 1 结果可见, 3 种石磺肌肉组织含水量均在 80%以上, 其中以平疣桑葚石磺含水量最高, 达 84.48%; 同时, 三种石磺肌肉组织含有丰富的蛋白质, 含量均在 65.0%以上, 且以平疣桑葚石磺蛋白质含量最高, 达 72.08%; 瘤背石磺肌肉组织多糖含量高达 30.96%, 显著高于其他两种石磺的多糖含量; 3 种石磺肌肉组织粗脂肪含量在 3.0%~4.5%, 差异不显著; 3 种石磺肌肉组织灰分含量均较低, 含量在 2.0%~3.5%, 不存在显著性差异。从海南岛所采集的 3 种石磺肌肉组织一般营养成分分析结果表明, 3 种石磺均属于高蛋白及多糖类且低脂肪的海产品, 尤其以瘤背石磺肌肉组织同时富含蛋白质及多糖, 研究结果与管菊等^[19]研究的 4 种石磺的一般营养成分主体分布一致, 但海南岛 3 种石磺肌肉组织的灰分显著低于其研究报道的结果。而且, 海南瘤背石磺肌肉组织的蛋白质含量与管菊等报道的结果无显著性差异, 但海南瘤背石磺肌肉组织多糖含量显著高于上海崇明瘤背石磺, 海南其他 2 种石磺肌肉组织中多糖含量显著低于管菊等^[19]报道的结果。同时, 海南瘤背石磺蛋白质含量与贺诗水等^[21]研究报道的小或中等规格的上海崇明岛瘤背石磺蛋白含量相当。

2.2 常规元素含量分析

表 2 结果分析表明, 海南岛 3 种石磺碳元素含量在 38.0%~43.0%、氢元素含量在 6.5%~8.0%、

表 1 3 种石磺肌肉组织中一般营养成分含量(% , 干质量)

Tab. 1 Concentrations of general nutrient components of muscular tissues from three *Onchidium* sp. (% , dry weight)

样品	水分	蛋白质	粗脂肪	灰分	多糖
瘤背石磺	80.56±1.32	67.31±0.55*	3.71±0.31*	2.5±0.33	30.96±1.48***
紫色疣石磺	82.28±0.78*	65.19±0.74	3.18±0.25	2.5±0.17	4.98±0.27
平疣桑葚石磺	84.58±0.95**	72.08±1.12**	4.24±0.42**	3.0±0.28**	5.83±0.32**

注: *** $P < 0.001$, ** $P < 0.01$, $P < 0.05$

表 2 3 种石磺肌肉组织中常规元素含量分析(%，湿质量)

Tab. 2 Concentrations of conventional elements of muscular tissues from three *Onchidium* sp. (%，wet weight)

样品	碳	氢	氧	氮	硫
瘤背石磺	39.73±1.74*	7.07±0.64*	31.57±0.86	9.93±0.18	0.64±0.05
紫色疣石磺	38.61±1.65	6.86±0.32	32.12±1.20	9.88±0.28	0.60±0.03
平疣桑葚石磺	42.11±2.01**	7.29±0.55**	34.64±1.52**	11.10±1.05**	0.70±0.06**

注: ** $P < 0.01$, $P < 0.05$

氧元素含量在 30.0%~36.0%，硫元素含量在 0.6%~0.8%，3 种石磺中以上元素含量分布无显著性差异。但是，平疣桑葚石磺肌肉组织中氮元素含量高于其他两种石磺，可能与平疣桑葚石磺所含较高的蛋白质有关。

2.3 氨基酸含量分析

海南岛 3 种石磺均具有丰富的氨基酸组成，包括 9 种必需氨基酸，2 种半必需氨基酸，6 种呈味氨基酸，1 种非必需氨基酸。其中以平疣桑葚石磺总氨基

酸含量最高，为 11.35%，其次瘤背石磺总氨基酸含量为 10.87%，紫色疣石磺总氨基酸含量最低，为 10.16%，3 种石磺总氨基酸的含量高低与其蛋白质含量相关。同时，3 种石磺均含有丰富的呈味氨基酸，占总氨基酸的 51.7%~55.6%，与管菊等^[19]报道的结果一致，但总氨基酸含量均低于其研究结果，高于黄金田等^[20]研究结果。石磺含有丰富的氨基酸组成及高含量的呈味氨基酸，揭示其作为肉质鲜美可口的海鲜产品的重要原因。

表 3 3 种石磺肌肉组织中氨基酸组成及含量(%，湿质量)

Tab. 3 Concentrations of amino acid components of muscular tissues from three *Onchidium* sp. (%，dry weight)

氨基酸	瘤背石磺	紫色疣石磺	平疣桑葚石磺
天门冬氨酸 ²	1.15±0.04**	1.14±0.06**	1.21±0.03**
苏氨酸 ¹	0.51±0.02	0.49±0.01	0.53±0.03
丝氨酸 ²	0.53±0.01	0.52±0.02	0.56±0.02
谷氨酸 ²	1.83±0.11***	1.81±0.09***	1.92±0.14***
甘氨酸 ²	0.94±0.08*	0.98±0.09*	1.00±0.08*
丙氨酸 ²	0.68±0.02	0.69±0.05	0.72±0.05
胱氨酸 ³	0.16±0.03	0.16±0.02	0.18±0.02
缬氨酸 ¹	0.47±0.03	0.45±0.05	0.49±0.03
甲硫氨酸 ¹	0.27±0.02	0.25±0.03	0.28±0.02
异亮氨酸 ¹	0.42±0.01	0.41±0.03	0.44±0.03
亮氨酸 ¹	0.82±0.02*	0.79±0.05*	0.87±0.01*
酪氨酸 ³	0.42±0.04	0.42±0.06	0.44±0.04
苯丙氨酸 ¹	0.38±0.01	0.37±0.02	0.40±0.03
赖氨酸 ¹	0.65±0.05	0.63±0.08	0.68±0.04
组氨酸 ¹	0.17±0.01	0.17±0.01	0.18±0.02
精氨酸	0.93±0.09*	0.95±0.06*	0.87±0.08*
脯氨酸 ²	0.49±0.02	0.51±0.01	0.51±0.02
色氨酸 ¹	0.05±0.01	0.05±0.01	0.07±0.01
氨基酸总量 TAA	10.87±0.62	10.16±0.75	11.35±0.70
必需氨基酸 EAA	3.74±0.18	3.61±0.21	3.94±0.22
半必需氨基酸 SEAA	0.58±0.07	0.58±0.08	0.62±0.06
呈味氨基酸 FAA	5.62±0.28	5.65±0.32	5.92±0.34

注: ¹必需氨基酸; ²呈味氨基酸; ³半必需氨基酸; *** $P < 0.001$, ** $P < 0.01$, $P < 0.05$

2.4 矿质元素含量分析

海南岛 3 种石磺肌肉组织中含有丰富的常量元素和微量元素, 结果见表 4。从表 4 中可以看出, 3 种石磺以钙与镁元素含量最高, 且显著高于其他矿质元素, 含量达 20~30 g/kg, 尤其以紫色疣石磺含量最高, 且显著高于管菊等^[19]及黄金田等^[20]研究报道的结果。3 种石磺常量元素中以钠与钾含量较高,

达 3.0~6.5 g/kg, 均低于管菊等^[19]及黄金田等^[20]研究报道的结果。微量元素中, 瘤背石磺铝、铁及铜元素含量显著高于其他 2 种石磺, 3 种石磺中锰和碘元素含量相当, 紫色疣石磺中锌元素含量显著高于其他 2 种石磺, 同时还检测到瘤背石磺和紫色疣石磺含有少量硒元素, 但平疣桑葚石磺中未检测到硒元素。

表 4 3 种石磺肌肉组织中矿质元素含量(g/kg, 干质量)

Tab. 4 Concentrations of mineral elements of muscular tissues from three *Onchidium* sp. (g/kg, dry weight)

矿质元素	瘤背石磺	紫色疣石磺	平疣桑葚石磺
钠 Na	4.86±0.05**	6.48±0.08**	3.92±0.06**
镁 Mg	23.03±0.10***	33.80±0.12***	21.04±0.09***
铝 Al	1.12±0.03	0.04±0.002	0.035±0.002
钾 K	3.7±0.04**	4.04±0.07*	4.4±0.07**
钙 Ca	22.16±0.13***	34.2±0.15***	26.67±0.15***
锰 Mn	0.033±0.001	0.051±0.001	0.048±0.0009
铁 Fe	0.83±0.015	0.23±0.012	0.32±0.019
铜 Cu	2.13±0.03*	0.53±0.021	1.31±0.03*
锌 Zn	0.075±0.002	0.13±0.003	0.068±0.002
碘 I	0.021±0.0007	0.020±0.0007	0.026±0.0009
硒 Se	0.003±0.0001	0.004±0.0001	0

注: *** $P < 0.001$, ** $P < 0.01$, $P < 0.05$

3 结论

(1) 从一般营养成分分析结果可见, 海南岛 3 种石磺肌肉组织含有丰富的营养成分, 且蛋白质含量极高, 与文献报道结果一致。但是, 海南岛瘤背石磺中多糖含量显著高于其他 2 种石磺, 且高于文献报道的结果。从碳、氢、氧、氮及硫元素分析结果表明, 3 种石磺含有丰富的碳水化合物和蛋白质, 与营养成分分析结果及高含量蛋白质和氨基酸结果相符合。

(2) 海南岛 3 种石磺肌肉组织含有丰富的氨基酸, 且 18 种氨基酸含量分布与文献报道结果一致, 但总氨基酸含量均较低于文献报道的结果。

(3) 海南岛所采集的 3 种石磺中矿质元素含量极为丰富, 且与上海崇明所产石磺的主体分布一致, 区别在于海南岛 3 种石磺中钙和镁元素含量显著高于上海崇明、广东湛江及江苏盐城所产石磺, 钠及钾元素含量显著低于上海崇明、广东湛江及江苏盐城所产石磺。

总之, 海南岛 3 种石磺肌肉组织具有丰富的营养价值和药用价值。同时, 海南岛具有得天独厚的热带岛屿气候, 滩涂及港湾地理资源丰富, 且石磺野

生资源量大, 是养殖繁育石磺的极佳之地。以上结果及结论表明, 海南岛 3 种石磺中, 以瘤背石磺肌肉组织中蛋白质及多糖等营养成分含量最为丰富, 极具有较好的经济开发价值。

参考文献:

- [1] 孙变娜, 沈和定, 吴洪喜, 等. 4 种石磺科贝类的胆固醇含量测定[J]. 海洋科学, 2015, 39(1): 24-28.
Sun Bianna, Shen Heding, Wu Hongxi, et al. Determination of cholesterol content in four species of Onchidiidae[J]. Marine Sciences, 2015, 39(1): 24-28.
- [2] 管菊, 沈和定, 刘宸, 等. 瘤背石磺体内重金属铜和镉的净化研究[J]. 海洋科学, 2015, 39(1): 59-63.
Guan Ju, Shen Heding, Liu Chen, et al. Depuration of Cu and Cd in *Onchidium struma*[J]. Marine Sciences, 2015, 39(1): 59-63.
- [3] 孙变娜, 沈和定, 吴洪喜, 等. 崇明岛瘤背石磺的化学成分研究[J]. 天然产物研究与开发, 2014, 26: 987-989, 1050.
Sun Bianna, Shen Heding, Wu Hongxi, et al. Chemical Constituents of *Onchidium struma* from Chongming Island, Shanghai[J]. Nat Prod Res Dev, 2014, 26: 987-989, 1050.
- [4] 段晓伟. 瘤背石磺(*Onchidium struma*)的生物学研究[D].

- 上海: 华东师范大学, 2007, 18.
Duan Xiaowei. Studies on biology of *Onchidium struma*[D]. Shanghai: East China Normal University, 2007, 18.
- [5] 孙雯娜, 沈和定, 吴洪喜, 等. 紫色疣石磺化学成分的分
离与鉴定[J]. 中国药房, 2014, 25(11): 1019-1021.
Sun Bianna, Shen Heding, Wu Hongxi, et al. Isolation and
identification of chemical constituents from *Peronia verruculata*[J].
China Pharmacy, 2014, 25(11): 1019-1021.
- [6] 孙雯娜, 沈和定, 吴洪喜, 等. 石磺营养价值、活性
物质的研究现状及开发前景[J]. 江苏农业科学, 2013,
41(8): 14-17.
Sun Bianna, Shen Heding, Wu Hongxi, et al. The nutri-
tion value, active material research and development
prospect of Onchidiidae[J]. Jiangsu Agricultural Sci-
ences, 2013, 41(8): 14-17.
- [7] 孙雯娜, 沈和定. 漫谈石磺药食文化[J]. 中外食品工
业, 2013, 11: 57-58.
Sun Bianna, Shen Heding. Meandering edible and med-
icinal culture of Onchidiidae[J]. Sino-foreign Food
Industry, 2013, 11: 57-58.
- [8] 姜凤梧, 张玉顺. 中国海洋药物辞典[M]. 北京: 海
洋出版社, 1994, 81.
Jiang Fengwu, Zhang Yushun. China Marine medicine
dictionary[M]. Beijing: The Ocean Publishing Com-
pany, 1994, 81.
- [9] 金春华, 郑忠明, 华建权, 等. 瘤背石磺人工繁育关
键技术的研究[J]. 水产科学, 2010, 29(10): 597-560.
Jin Chunhua, Zheng Zhongming, Hua Jianquan, et al.
The key techniques of artificial breeding of *Onchidium
struma*[J]. Fisheries Science, 2010, 29(10): 597-560.
- [10] 滕炜鸣, 吴旭干, 唐伯平, 等. 瘤背石磺滩涂生态繁
殖的初步研究[J]. 海洋渔业, 2007, 29(3): 214-220.
Teng Weiming, Wu Xugan, Tang Boping, et al. The
study of ecological reproduction of *Onchidium struma*
in wetland[J]. Marine Fisheries, 2007, 29(3): 214-220.
- [11] Carbone M, Letizia C M, Wang Jianrong, et al. Ex-
tending the record of bis- γ -pyrone polypropionates
from marine pulmonate mollusks[J]. Journal of Natural
Products, 2013, 76(11): 2065-2073.
- [12] Wang Jianrong, Carbone M, Gavagnin M, et al. As-
signment of absolute configuration of bis- γ -pyrone
polypropionates from marine pulmonate molluscs[J].
European Journal of Organic Chemistry, 2012, 6, 1107-
1111.
- [13] Carbone M, Gavagnin M, Mattia C A, et al. Structure of
onchidione, a bis- γ -pyrone polypropionate from a ma-
rine pulmonate mollusk[J]. Tetrahedron, 2009, 65(22),
4404-4409.
- [14] 吴杨平, 沈和定, 吴永宁. 石磺精子利用规律的初步
研究[J]. 热带海洋学报, 2009(1): 67-73.
Wu Yangping, Shen Heding, Wu Yongning. Preliminary
studies on utilization of spermatozoon of *Onchidium* sp.[J].
Journal of Tropical Oceanography, 2009(1): 67-73.
- [15] 吴杨平, 沈和定, 代欣欣, 等. 石磺生殖系统的组织
学研究[J]. 中国水产科学, 2007, 14(7): 17-23.
Wu Yangping, Shen Heding, Dai Xinxin, et al. Studies
on histology of reproductive system of *Onchidium* sp.[J].
Journal of Fishery Sciences of China, 2007, 14(7): 17-
23.
- [16] 吴旭峰, 沈和定, 吴文健, 等. 我国华东沿海 4 种石
磺形态学比较[J]. 动物学杂志, 2010, 45(6): 92-100.
Wu Xufeng, Shen Heding, Wu Wenjian, et al. Com-
parison on morphology of Onchidiidae in Eastern Coast
of China[J]. Chinese Journal of Zoology, 2010, 45(6):
92-100.
- [17] 沈和定, 李家乐, 张缓溶. 石磺的生物学特性及其增
养殖的前景分析[J]. 中国水产, 2004(1): 60-63.
Shen Heding, Li Jiale, Zhang Huanrong. Biology char-
acteristics and enhancement foreground of *Onchidium
verruculatum* cuvier [J]. China Fisheries, 2004(1): 60-
63.
- [18] 黄金田, 沈伯平, 王资生. 瘤背石磺的生态习性观
察[J]. 海洋渔业, 2004, 26(2): 103-109.
Huang Jintian, Shen Boping, Wang Zisheng. The ob-
servation on ecological habits of *Onchidium struma*[J].
Marine fisheries, 2004, 26(2): 103-109.
- [19] 管菊, 沈和定, 钱静, 等. 四种石磺营养成分分析及
价值评价[J]. 食品工业科技, 2013, 34(17): 349-354.
Guan Ju, Shen Heding, Qian Jing, et al. Analysis and
evaluation of nutritive composition of four species of
Onchidiidae[J]. Science and Technology of Food In-
dustry, 2013, 34(17): 349-354.
- [20] 黄金田, 王爱民. 瘤背石磺营养成分分析及品质评
价[J]. 海洋科学, 2008, 32(11): 29-35.
Huang Jintian, Wang Aimin. Determination of the nu-
trients of *Onchidium struma* and evaluation of its qual-
ity[J]. Marine Sciences, 2008, 32(11): 29-35.
- [21] 贺诗水, 吴旭干, 滕炜鸣, 等. 不同规格瘤背石磺
(*Onchidium struma*)肌肉的生化组成及营养价值评价[J].
海洋与湖沼, 2012, 43(4): 761-767.
He Shishui, Wu Xugan, Teng Weiming, et al. Bioche-
mical composition and nutritional evaluation in the mu-
scle of different size *Onchidium struma*[J]. Oceanologia
et Limnologia Sinica, 2012, 43(4): 761-767.

Muscle nutrition composition analysis of three *Onchidium* species from Hainan Island

CHEN De-li¹, ZHENG Wei¹, FENG Jian¹, LIU Yang-yang¹, WANG Xiao-bing²

(1. Hainan Branch Institute of Medicinal Plant Development (Hainan Provincial Key Laboratory of Resources Conservation and Development of Southern Medicine), Chinese Academy of Medical Sciences & Peking Union Medical College, Haikou 570311, China; 2. College of Materials and Chemical Engineering, Hainan University, Haikou 570228, China)

Received: Mar. 20, 2017

Key words: *Onchidium*; Muscular tissue; Nutrition composition; Hainan Island

Abstract: Using the standards of national food nutrients and the methods of HPLC, Vario EL, and ICP-OES measured the nutrient components of the muscle tissue from *Onchidium struma*, *Peronia verruculata* and *Platevindex mortoni*. The results showed that all three species of Onchidiidae from Hainan Island belong to the seafood product with a high protein concentration above 65.0% and low fat. Among the species, *P.mortoni* had the highest protein content. The polysaccharide concentration of *O.struma* is up to $30.96\% \pm 1.48\%$ was much higher than the concentration of the two species. There was also a large concentration of amino acid components in the muscle tissues from these three Onchidiidae species, and the flavor amino acids were the highest of all, and they were above 5.60%. The muscle tissues from all three Onchidiidae species contained abundant mineral elements with the highest contents of calcium and magnesium, and they were between 20 and 30 g/kg. Meanwhile, the concentrations of sodium and potassium were between 3.0 and 6.5 g/kg. These three Onchidiidae species collected from Hainan Island possess abundant nutritional value. In particular, the *O.struma* with high protein and polysaccharide and low fat has the most promising development.

(本文编辑: 康亦兼)