

北部湾玉足海参和花刺参骨片结构与营养成分研究^{*}

黄亮华¹, 庞全坚¹, 钟声平¹, 刘永宏¹, 潘传燕^{2**}

(1. 广西中医药大学海洋药物研究院, 广西南宁 530200; 2. 广西水产科学研究院, 广西南宁 530021)

摘要:为明确玉足海参(*Holothuria leucospilota*)和花刺参(*Stichopus variegatus*)的骨片结构及营养成分,本研究利用扫描电子显微镜观察玉足海参和花刺参的骨片,采用国家标准测定其营养成分。结果表明,玉足海参的骨片类型为桌形体、扣形体、穿孔板体,花刺参的骨片类型为桌形体、花纹样体、C形体。营养测定结果显示,玉足海参与花刺参含量最多的成分是水,分别为93.83%和96.63%,差异显著($P < 0.05$)。干物质中,粗蛋白质含量分别为52.90%、53.10%,灰分含量分别为36.80%、35.47%,均不存在显著性差异($P > 0.05$);粗脂肪含量分别为1.15%、0.89%,存在显著性差异($P < 0.05$);盐分含量分别为15.32%、23.16%,还原糖含量分别为0.63%、0.76%,总糖含量分别为1.74%、1.14%,存在极显著性差异($P < 0.01$)。本研究的结果丰富了玉足海参和花刺参基础生物学资料,同时营养分析结果表明2种海参均为高蛋白低脂的优质食品,有很高的经济价值,可以对其进行进一步开发利用。

关键词:玉足海参 花刺参 骨片 电镜扫描 营养成分 北部湾

中图分类号: S913, Q174 文献标识码: A 文章编号: 1005-9164(2020)05-0578-07

DOI: 10.13656/j.cnki.gxkx.20201214.018

0 引言

海参为棘皮动物门海参纲(Holothuroidea)动物,主要分布在热带和温带海洋,特别是印度洋和太平洋^[1]。全世界有约1400种海参^[2],其中近50种有较高的食用和经济价值,我国领海内分布的经济海参有21种^[3]。北部湾海域主要有玉足海参(*Holothuria leucospilota*)、花刺参(*Stichopus variegatus*)、糙海参(*H. scabra*)等^[4]。2019年,我国海参养

殖面积达287676 hm²,产量达174340 t,海参养殖已成为我国海洋渔业的支柱型产业^[5]。

关于海参的形态学鉴定,廖玉麟^[6]早在20世纪90年代就对我国134种海参进行形态学鉴定,并依据骨片对海参进行了分类;李赟等^[7]对15种海参骨片进行形态学观察,发现不同海参骨片种类及同型骨片特征差异明显,根据骨片就可将15种海参完全辨别;范嗣刚等^[8,9]描述西沙群岛8种海参,并用扫描电子显微镜对骨片进行观察,获取骨片的更多信息。海参具有很高的营养价值和药用价值,具有缓解疲劳、

^{*} 广西中医药大学海洋药物研究院团队科研专项(2018ZD005-A10, 2018ZD005)和广西八桂学者专项(05019055)资助。

【作者简介】

黄亮华(1989—),男,硕士,助理研究员,主要从事海洋药用动物增殖、养殖研究,E-mail:769976569@qq.com。

【**通信作者】

潘传燕(1988—),女,硕士,工程师,主要从事水产养殖研究,E-mail:723870955@qq.com。

【引用本文】

黄亮华,庞全坚,钟声平,等.北部湾玉足海参和花刺参骨片结构与营养成分研究[J].广西科学,2020,27(5):578-584.

HUANG L H, PANG Q J, ZHONG S P, et al. Study on Morphological Character of Ossicles and Nutrient Composition of *Holothuria leucospilota* and *Stichopus variegatus* in the Beibu Gulf [J]. Guangxi Sciences, 2020, 27(5): 578-584.

延缓衰老、抗血栓、消炎、抗癌、保护神经组织等功效^[10]。在我国海参自古以来便被视为滋补珍品,被民众广泛地食用。海参可食用的部分是其体壁。随着国内海参市场扩大,其营养成分研究及品质评价受到专家学者的关注。井君等^[11]比较美洲不同品种海参的营养成分,并对其进行营养评价;崔凤霞^[12]测定新鲜海参和干海参的营养组成,发现海参干物质中含量最高的是蛋白质和黏多糖。此外,海参还含有皂苷、胶原蛋白、脂肪酸、维生素等营养成分^[13]。北部湾地区海参资源丰富,但相关的分类鉴定研究较少,基础营养成分研究更是空白。基于此,本研究利用扫描电子显微镜观察玉足海参和花刺参骨片,旨在获得清晰、准确的玉足海参和花刺参骨片超微结构特征,进一步完善和补充2种海参骨片的形态学资料,并简要分析对比2种海参的营养成分,为北部湾地区海参的分类和鉴定提供依据,为其高值化开发利用提供技术支撑。

1 材料与方 法

1.1 材 料

玉足海参和花刺参均采自广西涠洲岛海域,样品采集后装入氧气袋,运输至广西中医药大学海洋药物研究院实验室。2种海参均属于海参纲楯手目,基本信息见表1。

表1 2种海参样品

Table 1 Samples of two sea cucumber species

种 Species	采集数 Numbers of collection (ind.)	体重 Weight (g)
玉足海参 <i>H. leucospilota</i>	5	123.2±31.8
花刺参 <i>S. variegatus</i>	5	45.6±26.1

1.2 骨片的制备

用刀片从海参体壁背部切取1 cm×1 cm×5 mm的肌肉组织,每个海参重复取3个样,后用蒸馏水洗净,用滤纸吸掉附着在组织表面的水分。将处理好的组织分别置于50 mL烧杯中,每个烧杯配备单独的吸管,防止样品污染。用移液枪取1 mL 10%次氯酸钠溶液加到烧杯中,一边震荡一边消化,消化时间为30—60 s,可见烧杯底部出现白色颗粒。待颗粒数量较多时,取出未消化的组织舍弃,消化液添加3 mL蒸馏水,倾斜静置1 min,待沉淀完全后,用吸管吸除上层液体,再滴加蒸馏水,重复漂洗操作3次。

1.3 电镜制样观察

吸取适量浑浊的骨片悬液,滴加在导电胶上,放进烘箱(50±5)℃烘干,然后用离子溅射仪进行喷金处理,放进扫描电子显微镜进行观测。选择电镜下形态完整且不被遮掩的骨片进行拍照,每种骨片至少拍摄5张照片。

1.4 营养成分分析

(1)水分:参照“活体刺参体重测量方法”^[14]测活海参体重,然后参照GB 5009.3—2016^[15]中的直接干燥法测定水分含量。

(2)灰分:参照GB 5009.4—2016^[16]中的马弗炉灼烧法测定灰分含量。

(3)盐分:称试样2—3 g于瓷坩锅中,碳化后放入550—600℃马弗炉中灼烧2 h。取出放冷,然后参照SC/T 3011—2001^[17]中的直接滴定法测定盐分含量。

(4)粗蛋白:参照GB 5009.5—2016^[18]中的自动凯氏定氮仪法测定粗蛋白含量。

(5)粗脂肪:参照GB 5009.6—2016^[19]中的索氏抽提法测定粗脂肪含量。

(6)还原糖:参照GB 5009.7—2016^[20]中的直接滴定法测定还原糖含量。

(7)总糖:参照GB/T 9695.31—2008^[21]中的分光光度计法测定总糖含量。

1.5 数据处理及分析

采用SPSS 26.0软件进行显著性差异统计分析,用单因素分析法(One-Way ANOVA)进行方差分析,采用Turkey's检验进行多重比较,以平均值±标准偏差表示结果, $P < 0.05$ 表示差异显著, $P < 0.01$ 表示差异极显著。

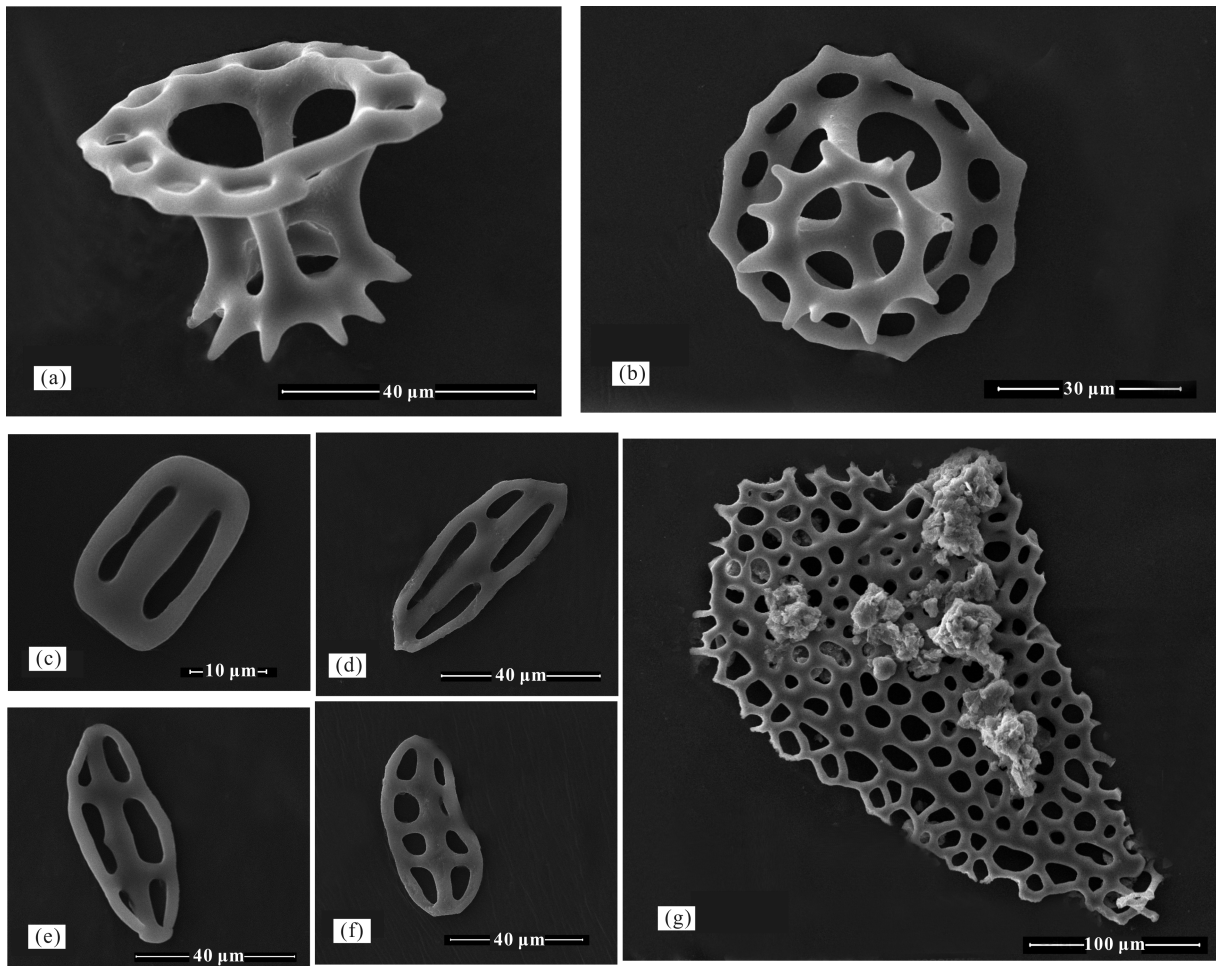
2 结果与分析

2.1 玉足海参的骨片结构

玉足海参的骨片有桌形体、扣形体、穿孔板体3种类型(图1)。桌形体底盘近似圆形,面积不等,直径约50 μm,周缘较为平整,呈波纹状;底部中央有1个大孔,大孔与周缘间通常有12个小孔,有时小孔会缺或多1—2个;顶端是一个圆环,直径约20 μm,周缘通常有12个锯齿,有时锯齿会生长畸形,缺或多1—2个,有4根立柱连接顶端与底盘,立柱中间有1根横梁相连(图1a,b)。扣形体形态像一个椭圆形的衣扣,长径约50 μm,短径约25 μm,具1—4对左右对称的穿孔,通常左右对称穿孔的大小与面积不一

(图 1c—f)。穿孔板体形态像一块纱布,布满密密麻

(图 1g)。



桌形体(a,b),扣形体(c—f),穿孔板体(g)

Table-shape (a,b), button-shape (c—f), plate-shape (g)

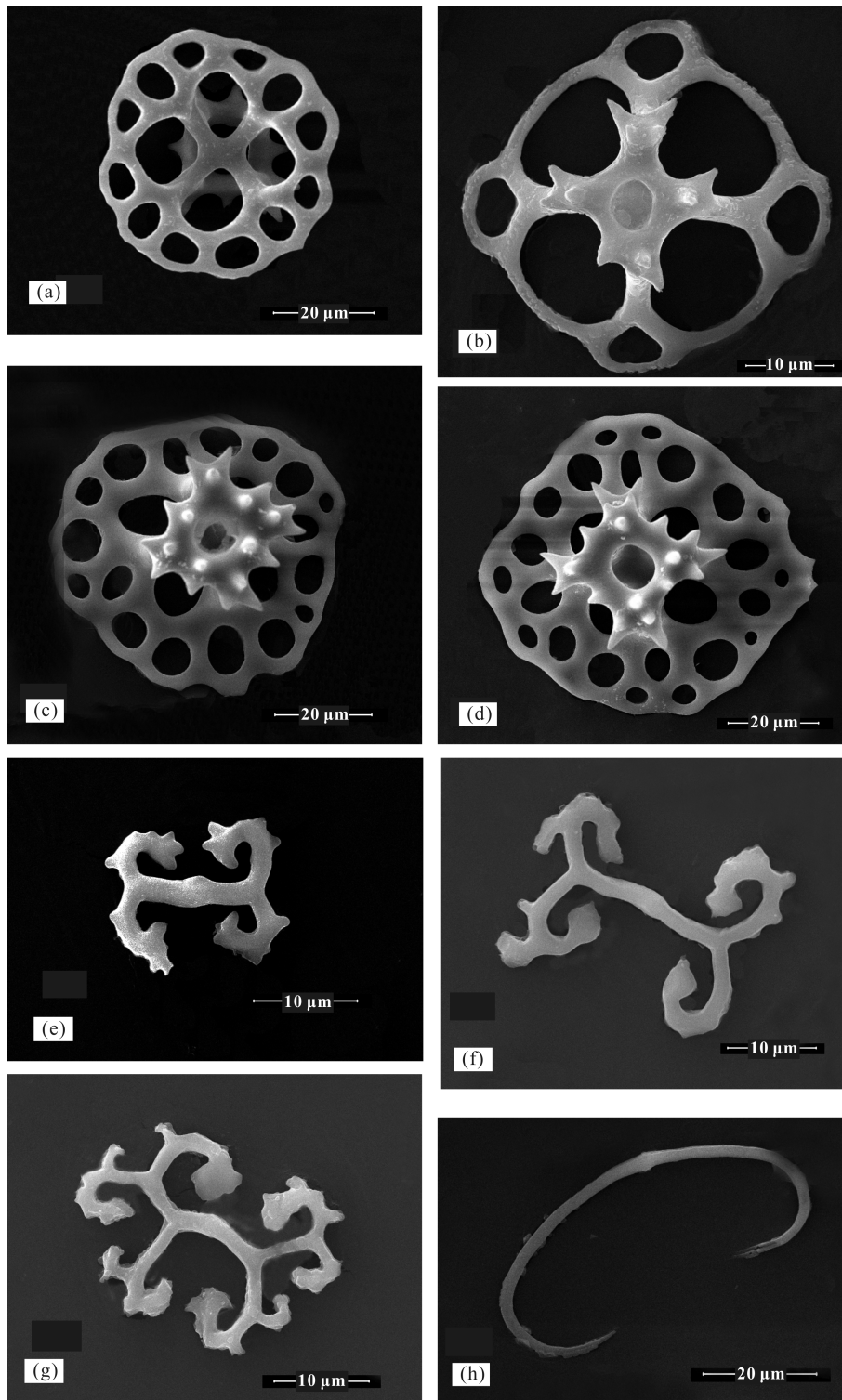
图 1 玉足海参体壁骨片扫描电镜图

Fig. 1 Scanning electron micrograph ossicles of body walls of *H. leucospilota*

2.2 花刺参的骨片结构

在花刺参中可以观察到桌形体、花纹样体和 C 形体 3 种类型的骨片(图 2)。桌形体盘底近似圆形,直径 35—75 μm ,面积大小不等,周缘呈波纹状,中央有 4 个大孔,外围伴有 4—30 个圆形小孔(图 2a);有 4 根立柱连接底盘与顶端,中间无横梁相连(图 2b);顶端呈正方形,长 10—20 μm ,中央有 1 个圆形大孔,

周围有 4 个脚,每个脚有 3 或 3 个锯齿,有些脚相连部分有 2 个锯齿,有些则没有(图 2c,d)。花纹样体长约 20 μm ,通常在左右两端各分枝 2 次或 3 次,部分枝上分枝,有时骨片发育畸形,左边或右边会缺 1—2 条分枝(图 2e—g)。C 形体形似英文字母 C,有大有小,径长 50—100 μm (图 2h)。



桌形体底盘(a,b),桌形体顶端(c,d),花纹样体(e-g),C形体(h)

Table-shape: Top view (a, b), table-shape: Bottom view (c, d), rosette-shape (e-g), C-shape (h)

图 2 花刺参体壁骨片扫描电镜图

Fig. 2 Scanning electron micrograph ossicles of body walls of *S. variegatus*

2.3 2 种海参的营养成分含量

由表 2 可见,玉足海参和花刺参中含量最多的是水,均超过 90%,玉足海参干物质含量约为花刺参的

1.8 倍。玉足海参和花刺参干物质中含量最多的是粗蛋白,分别为 52.90%和 53.10%,其次是灰分,分别为 36.80%和 35.47%,两者含量差异均不显著

($P > 0.05$); 盐分含量分别为 15.32% 和 23.16%, 差异显著 ($P < 0.05$), 花刺参盐分含量约为玉足海参的 1.5 倍; 总糖含量分别为 1.74% 和 1.14%, 还原糖含量分别为 0.63% 和 0.76%, 差异极显著 ($P < 0.01$);

表 2 2 种海参的营养成分含量 (%)

Table 2 Nutrient content of 2 kinds of sea cucumbers (%)

样品名称 Name of sample	水分 Moisture	粗蛋白 Crude proteins	灰分 Ash	盐分 Salinity	总糖 Total poly- saccharides	粗脂肪 Crude lipid	还原糖 Revertose
玉足海参 <i>H. leucospilota</i>	93.87±1.02 ^a	52.90±0.62	36.80±0.44	15.32±0.29 ^a	1.74±0.04 ^a	1.15±0.05 ^a	0.63±0.01 ^a
花刺参 <i>S. variegatus</i>	96.63±0.23 ^b	53.10±0.82	35.47±0.84	23.16±0.45 ^c	1.14±0.06 ^c	0.89±0.04 ^b	0.76±0.01 ^c

注:同一列数据右上角不同字母代表差异显著 ($P < 0.05$); 除水分外,其他项为干物质中的含量

Note: Different letters in the upper right corner of the same column of data represent significant differences ($P < 0.05$); except for moisture, other items are the content in dry matter

3 讨论

海参骨片是海参体壁真皮层中的一种内骨骼,因为体型微小,在显微镜下才能观察到完整形态。肉眼下海参骨片为白色颗粒,不同种类的海参骨片形态存在差异,可作为海参纲动物分类的显著特征^[6]。文菁等^[22]最先发现花刺参的桌形体骨片立柱之间无横梁,本研究结果证实了这一点,并对桌形体顶端形态和花纹分枝进行了补充。姚旺等^[23]发现玉足海参骨片存在穿孔板体类型,本研究进一步描述了玉足海参的穿孔板体穿孔数量。本次研究与前人研究存在上述差异,推断主要原因有以下 3 点:首先,本研究利用扫描电子显微镜,分辨率高,图像细节清晰;其次,本研究获取海参骨片使用的次氯酸钠溶液的腐蚀性很强,残留的次氯酸钠会腐蚀骨片,破坏骨片的完整性;最后,次氯酸钠溶液消化间质等缔结组织,未完全消化的肌肉组织容易吸附在骨片上,影响骨片的观察效果。鉴于此,实验时应严格取样,并严格控制次氯酸钠消化时间,以尽可能地保留骨片的完整性。

Massin 等^[24]研究认为,种的特异性是海参骨片的一个显著特征,海参骨片的细微结构可作为不同种的鉴定依据。2 种不同种属的海参骨片观察结果显示,不同种属间海参骨片存在明显差异,如花刺参有花纹样体和 C 形体,而玉足海参没有,玉足海参有扣形体而花刺参没有。同时,2 种海参骨片在形态上存在一定的相似性,如均具有桌形体,但在细节上有差异。本研究得到的骨片特性,可以作为玉足海参和花刺参分类和鉴定的依据。

营养成分含量分析结果表明,玉足海参和花刺参

粗脂肪含量分别为 1.15% 和 0.89%。总体来看,玉足海参和花刺参营养价值差距不大,但同等活体质量下,玉足海参含有更多干物质,更低的盐分,经济效益及保健效果可能更好。

水分含量最高,粗蛋白、灰分、盐分次之,然后是总糖、粗脂肪和还原糖,该结果证明海参是一种高蛋白低脂肪的食品。其中,花刺参的水分、粗蛋白、粗脂肪、灰分的测定结果与李丹彤等^[25]的基本一致。灰分含量较高,在 2 种海参干物质中含量均超过 30%,相差不大,但远高于黄鳝、对虾、带鱼等^[26]水产动物,这主要是由于海参体壁组织下存在许多细小石灰质骨片。

2 种海参干物质中粗蛋白质含量均超 40%,是海参主要的营养成分,与时嘉庚等^[27]和周光东等^[28]研究结果相似。玉足海参粗脂肪含量比花刺参高,二者的含量都为 1% 左右,略低于北方仿刺参的粗脂肪含量^[21],远低于猪肉、鸭肉等肉类^[29,30]。花刺参的盐分差不多是玉足海参的 1.5 倍,且二者的还原糖和总糖含量差异较大,可能是由于不同海参品种特性造成的。

4 结论

玉足海参骨片有桌形体、扣形体、穿孔板体 3 种类型,花刺参骨片有桌形体、花纹样体、C 形体 3 种类型,两者骨片形态的差异可作为其鉴别特征。2 种海参的营养成分含量特征大致相同,水分含量均在 90% 以上。玉足海参干物质的粗蛋白、灰分、盐分、粗脂肪、还原糖、总糖含量分别为 52.90%、36.80%、15.32%、1.15%、0.63%、1.74%,花刺参干物质中的含量分别为 53.10%、35.47%、23.16%、0.89%、0.76%、1.14%。2 种海参具有高蛋白低脂肪的特点,有益于人体健康,特别是糖尿病、高血压、冠心病等人群,是一类较符合消费人群补充蛋白质来源的食品。

参考文献

- [1] 廖玉麟,肖宁. 中国海棘皮动物的种类组成及区系特点[J]. 生物多样性,2011,19(6):729-736.
- [2] 冯立军. 认知、市场与贸易——明清时期中国与东南亚的海参贸易[J]. 厦门大学学报:哲学社会科学版,2012(6):49-56.
- [3] 胡超群,任春华,于宗赫,等. 热带海参研究现状与未来发展[C]. 南京:“全球变化下的海洋与湖沼生态安全”学术交流会议论文集,2014:141.
- [4] 黄亮华,冯鹏霏,潘传燕,等. 广西海参养殖现状及产业发展建议[J]. 中国农业科技导报,2020,22(1):124-129.
- [5] 农业部渔业局. 中国渔业统计年鉴[M]. 北京:中国农业出版社,2019:29.
- [6] 廖玉麟. 中国动物志:棘皮动物门 海参纲[M]. 北京:科学出版社,1997.
- [7] 李赞,费来华,陈家鑫. 十五种海参骨片的形态学研究[J]. 中国海洋大学学报:自然科学版,2008,38(2):211-216.
- [8] 范嗣刚,胡超群,张吕平,等. 西沙群岛8种热带海参的骨片形态特征[J]. 热带海洋学报,2010,29(4):148-153.
- [9] 范嗣刚. 热带经济海参的种类鉴定与线粒体基因组分析及遗传多样性研究[D]. 广州:南海海洋研究所,2011.
- [10] 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.
- [11] 井君,陈山乔,郭锐华,等. 美洲不同品种海参营养成分的比较分析[J]. 中国海洋药物,2017,36(6):60-66.
- [12] 崔凤霞. 海参胶原蛋白生化性质及胶原肽活性研究[D]. 青岛:中国海洋大学,2007,20(3):103.
- [13] 郭红,曾名勇. 海参功能特性及其食品的研究进展[J]. 肉类研究,2009(7):74-78.
- [14] 廖梅杰,王印庚,郝志凯,等. 活体刺参体重测量方法:CN201010100781.3 [P]. 2011-10-05.
- [15] 中华人民共和国卫生和计划生育委员会. 食品中水分的测定:GB 5009.3—2016 [S/OL]. (2016-08-31). <http://down.foodmate.net/standard/yulan.php?itemid=49325>.
- [16] 中华人民共和国卫生和计划生育委员会. 食品中灰分的测定:GB 5009.4—2016 [S/OL]. (2016-08-31). <http://down.foodmate.net/standard/yulan.php?itemid=49326>.
- [17] 中华人民共和国农业部. 水产品中盐分的测定:SC/T 3011—2001 [S]. 北京:中国标准出版社,2002.
- [18] 国家食品药品监督管理总局,国家卫生和计划生育委员会. 食品中蛋白质的测定:GB 5009.5—2016 [S/OL]. (2016-12-13). <http://down.foodmate.net/standard/yulan.php?itemid=50381>.
- [19] 国家食品药品监督管理总局,国家卫生和计划生育委员会. 食品中脂肪的测定:GB 5009.6—2016 [S/OL]. (2016-12-23). <http://down.foodmate.net/standard/yulan.php?itemid=50382>.
- [20] 国家卫生和计划生育委员会. 食品中还原糖的测定:GB 5009.7—2016 [S/OL]. (2016-08-31). <http://down.foodmate.net/standard/yulan.php?itemid=49327>.
- [21] 国家质量监督检验检疫总局. 肉制品 总糖含量测定:GB/T 9695.31—2008 [S/OL]. (2008-08-28). <http://down.foodmate.net/standard/yulan.php?itemid=17078>.
- [22] 文菁,张吕平,胡超群,等. 中国热带6种海参骨片的种类和形态研究[J]. 海洋学报:中文版,2009,31(2):139-145.
- [23] 姚旺,顾炎斌,吴古远,等. 西沙群岛6种海参骨片的超显微结构研究[J]. 中国海洋大学学报:自然科学版,2017,47(1):76-81.
- [24] MASSIN C, MERCIER A, HAMEL J. Ossicle change in *Holothuria scabra* with a discussion of ossicle evolution within the Holothuriidae (Echinodermata) [J]. Acta Zoologica, 2000, 81(1):77-91.
- [25] 李丹彤,常亚青,陈炜,等. 獐子岛野生刺参体壁营养成分的分析[J]. 大连水产学院学报,2006,21(3):278-282.
- [26] 舒妙安,马有智,张建成. 黄鳍肌肉营养成分的分析[J]. 水产学报,2000,24(4):339-344.
- [27] 时嘉庚,冯艳微,姜绪,等. 不同藻类与混养比例对刺参与马粪海胆生长、体成分和消化酶活性的影响[J]. 大连海洋大学学报,2020,35(4):509-515.
- [28] 周光东,霍健聪,邓尚贵. 一种舟山海域光参与刺参成分及结构的比较分析[J]. 中国食品学报,2019,19(12):269-276.
- [29] 葛立保,高勤峰,董双林. 不同藻粉对刺参生长、体成分和消化酶活性的影响[J]. 海洋湖沼通报,2017(1):80-87.
- [30] 陶柏秋,徐红颖. 兔肉与鸡肉、猪肉中脂肪和蛋白质含量的比较分析[J]. 黑龙江畜牧兽医,2015(6):118-120.

Study on Morphological Character of Ossicles and Nutrient Composition of *Holothuria leucospilota* and *Stichopus variegatus* in the Beibu Gulf

HUANG Lianghua¹, PANG Quanjian¹, ZHONG Shengping¹, LIU Yonghong¹,
PAN Chuanyan²

(1. Institute of Marine Drugs, Guangxi University of Chinese Medicine, Nanning, Guangxi, 530200, China; 2. Guangxi Academy of Fishery Sciences, Nanning, Guangxi, 530021, China)

Abstract: In order to clarify the bone fragment structure and nutrient composition of *Holothuria leucospilota* and *Stichopus variegatus*, this study used scanning electron microscope to observe the bone fragments, and the nutrient composition was determined by the unified method of national standard. The results showed that the ossicles types of *H. leucospilota* were table-shaped, button-shaped, and perforated plates, and the ossicles types of *S. variegatus* were table-shaped, C-shaped, and pattern-like bodies. Nutrition determination results showed that the most abundant component of *H. leucospilota* and *S. variegatus* was water, with 93.83% and 96.63% respectively, and the difference was significant ($P < 0.05$). In dry matter, the content of crude protein was 53.10% and 52.90%, and the content of ash was 36.80% and 35.47%, without significant difference ($P > 0.05$). The content of crude fat was 1.15% and 0.89%, respectively, and the difference was significant ($P < 0.05$). The content of salt was 15.32% and 23.16%. The content of reducing sugar was 0.63% and 0.76%. The content of total sugar was 1.74% and 1.14% respectively, with extremely significant difference ($P < 0.01$). The results of this study enriched the basic biological data of *H. leucospilota* and *S. variegatus*. At the same time, the results of nutritional analysis showed that *H. leucospilota* and *S. variegatus* were commercially important species because of their nutritional value with high protein and low fat, which had high economic value and can be further developed and utilized.

Key words: *Holothuria leucospilota*, *Stichopus variegatus*, bone, scanning electronic microscope (SEM), nutritive content, the Beibu Gulf

责任编辑:符支宏



微信公众号投稿更便捷

联系电话:0771-2503923

邮箱:gxkx@gxas.cn

投稿系统网址: <http://gxkx.ijournal.cn/gxkx/ch>