



CISHEN YUYANG JIAGONG
JISHU YU YINGYANG WENHUA

刺参育苗加工技术与 营养文化

姜作真 赵强 / 主编



中国海洋大学出版社
CHINA OCEAN UNIVERSITY PRESS

烟 台 市 水 产 研 究 所
山东省刺参产业创新团队烟台综合试验站 组织编写

刺参育养加工技术 与营养文化

主 编：姜作真 赵 强

副 主 编：王力勇 胡丽萍 张金浩 王 鹤

编写人员：（按姓氏笔画排序）

王 亮 王 鹤 王力勇 王文豪

王田田 张金浩 赵 强 胡丽萍

柯 可 姜作真 贺加贝 黄 华

主 审：陈相堂

中国海洋大学出版社
· 青 岛 ·

图书在版编目(CIP)数据

刺参育苗加工技术与营养文化 / 姜作真, 赵强主编.
—青岛: 中国海洋大学出版社, 2018. 6

ISBN 978-7-5670-1953-9

I. ①刺… II. ①姜… ②赵… III. ①海参纲—海水
养殖②海参纲—食品加工③海参纲—食品营养 IV.
① S968. 9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 194247 号

出版发行	中国海洋大学出版社	
社 址	青岛市香港东路 23 号	邮政编码 266071
出 版 人	杨立敏	
网 址	http://www.ouc-press.com	
订购电话	0532-82032573(传真)	
策划编辑	韩玉堂	
责任编辑	董 超	电 话 0532-85902342
印 制	蓬莱利华印刷有限公司	
版 次	2019 年 1 月第 1 版	
印 次	2019 年 1 月第 1 次印刷	
成品尺寸	185 mm × 260 mm	
印 张	14.75	
字 数	326 千	
印 数	1—1 000	
定 价	69.00 元	

发现印装质量问题, 请致电 0535-5651533, 由印刷厂负责调换。



序

刺参规模化育苗与养殖业兴起于 20 世纪 90 年代,经过 20 多年的快速发展,现已成为我国海水养殖业的重要组成部分,形成了较为完善的育苗、养殖、加工和营销的全产业链体系。刺参产业已成为渔业经济的重要支柱产业之一,年直接经济产值约 300 亿元,从业人员 70 余万人,具有巨大的经济效益和社会效益。

烟台市作为山东省乃至全国的刺参主产区,具有发展刺参养殖得天独厚的资源和地域等优越条件。早在 20 世纪 70 年代,烟台市水产研究所就率先在全国突破了刺参人工育苗技术。进入 21 世纪以来,烟台市充分发挥资源和地域优势,沿海群众对养殖刺参的积极性高涨,呈现出池塘养殖、围堰养殖、围网养殖、底播增养殖及工厂化养殖等多种模式齐头并进的良好局面,形成了较为系统的苗种繁育和养殖技术操作规程。在刺参的产业发展方面积累了丰富的科技成果和管理经验。但随着产业发展的不断壮大,也出现了一些新的问题。在传统养殖环节,优良苗种培育技术相对滞后,养殖水平和养殖工艺比较低,疾病防控技术各不相同;而在加工和销售环节,营养研究相对滞后,产品开发特点不鲜明,科技附加值较少;同时,从业人员素质水平的参差不齐也是影响行业发展的一大制约因素。这些问题严重影响了行业的健康可持续发展,需要较为成熟的科研、管理、培训等技术的支撑才能得以解决。

烟台市水产研究所是一个集水产科研与开发、渔技推广与示范、水产品质量检测与病害防治、渔业职业技能鉴定与培训、渔业资源调查统计与评估于一体的公益性科研机构。立足于烟台市海洋渔业的生产实际,多年来,持续开展了刺参的苗种培育、病害防控、饲料营养、精深加工等技术研究,取得了一系列较为成熟的科研成果。同时,侧重成熟技术的转化与推广应用,为烟台市乃至山东省刺参产业的健康可持续发展做出了巨大贡献。

《刺参育养加工技术与营养文化》一书概括了烟台市在刺参产业方面较为成熟的科研、生产和管理技术,是烟台市水产研究所科技人员多年来的科研成果结晶。同时本书还介绍了刺参的营养分析、烹饪流行方法、品质鉴别关键点等生活中较为实用的技巧,具有

较强的科研价值和实用价值。

该书的出版,概括了刺参产业较新的理论技术成果,为刺参产业的健康可持续发展提供了重要的技术支撑。同时,在我国经济进入新常态的大背景下,本书也可为行业内逐步淘汰落后产能、深化产业结构调整、提升创新技术研发等提供理论参考,推进区域渔业经济的健康长远发展。

烟台市水产研究所所长 陈相堂

2018年8月



前 言

刺参(*Apostichopus japonicus*),也称仿刺参,属于棘皮动物门海参纲。我国目前有海参 140 多种,其中可食用的海参有 20 余种,以刺参的品质最好。刺参是我国目前大规模繁育和增养殖的最主要海参种类,列为“海产八珍”之一,具有“海中人参”的美誉。刺参养殖现已形成山东、辽宁、河北沿海为主产区,并以“北参南移”“东参西养”的形式逐步延伸到闽、浙、粤沿海,形成年产值 300 多亿元的产业,是我国海水养殖业中单品种产值最高的种类,为沿海经济结构调整和渔民就业增收开辟了一条新途径,产生了巨大的经济效益和社会效益。

伴随刺参产业高速发展,不同行业人员加入其中,加之受养殖病害发生和养殖环境变化等因素影响,出现了养殖技术参差不齐、系统管理不够成熟等现象,对刺参养殖的可持续发展构成威胁。因此,普及先进技术,推广较为成熟的管理模式必将成为刺参产业健康发展的必然选择。

为了满足广大养殖业者的技术需求和产业健康发展的需要,编者依据 20 多年对刺参养殖和病害防控技术的研究和积累,吸收了国内外最新的研究成果,结合烟台市刺参产业发展实际情况,立足刺参苗种繁育、增养殖技术工艺、病害防控技术以及加工技术等方面,编辑了《刺参育养加工技术与营养文化》一书,以期对刺参行业面临的技术和产业问题提供技术参考。

本书的内容涵盖了刺参生物学特征、刺参人工苗种培育技术、刺参增养殖技术、刺参加工技术、刺参营养分析及药用价值、刺参涨发技术与鉴别方法、刺参食用方法、刺参产业分布与发展规划、刺参品牌文化与历史渊源和刺参相关技术标准摘录 10 个部分,较系统地介绍了关于刺参生物学特征、苗种繁育、养殖管理和操作工艺、常见疾病特征、营养食用方法等关键点,具有较强的科学性、先进性和实用性。

本书由主编姜作真提出编写提纲,由编委会全体成员分工编写,最后由主编完成审稿、修改和统稿工作。编写的具体分工是:第一章“刺参生物学特征”和第五章“刺参营养

分析与药用价值”由胡丽萍、黄华编写；第二章“刺参人工苗种培育技术”和第三章“刺参增养殖技术”由赵强、王力勇、王亮、张金浩编写；第四章“刺参加工技术”和第六章“刺参涨发技术与鉴别方法”由王亮、王田田、柯可、张金浩编写；第七章“刺参食用方法”和第九章“刺参品牌文化与历史渊源”由王鹤编写，第八章“烟台刺参产业分布与发展规划”由姜作真、张金浩编写；附录标准由贺加贝、王文豪收集摘录。本书由烟台市水产研究所陈相堂所长审阅，并结合多年来一线科研生产和管理经验，对本书提出了许多宝贵的意见和建议，编委会成员在此表示衷心的感谢！

本书的定位在于成熟技术的推广与生活实际应用相结合，注重内容的科学性和实用性，既有理论价值，又能够指导养殖生产实践，主要面向广大刺参养殖、加工从业人员，也可为水产养殖学及相关专业的大专院校师生、科技工作者、渔业管理工作及普通读者等提供参考。

本书在编写过程中，引用或参考了同行的文献资料，因篇幅所限，在参考文献部分未能全部列出，在此向未列出文献的作者致以歉意，并向本书所有文献的作者致以真诚的感谢。参加本书编写的都是多年从事刺参科研生产和疾病防控等技术研究的一线科技人员，但因水平有限，书中的不妥和错漏之处在所难免，衷心希望广大读者给予批评指正。

《刺参育苗加工技术与营养文化》编委会

2018年8月



目 录

第一章 刺参生物学特征

第一节 海参概论	1
第二节 刺参的形态特征	4
第三节 刺参的生态习性	7
第四节 刺参的摄食和生长	10
第五节 刺参的繁殖习性	12
第六节 刺参的个体发育	13
第七节 刺参特异生理活动	17
第八节 刺参的敌害	19

第二章 刺参人工苗种培育技术

第一节 刺参人工苗种培育的设施	22
第二节 亲参的采捕和蓄养	24
第三节 亲参人工升温促熟培育	27
第四节 采卵、孵化、选优	27
第五节 幼体培育	31
第六节 稚参培育	37
第七节 苗种中间育成	44

第三章 刺参增养殖技术

第一节 刺参的人工养殖	50
-------------	----

第二节	刺参的增殖	61
第三节	刺参池塘养殖技术	66
第四节	刺参的围堰养殖技术	73
第五节	刺参的深水网箱养殖技术	74
第六节	刺参工厂化养殖技术	76
第七节	刺参养殖常见病害及防治措施	78

第四章 刺参加工技术

第一节	刺参鲜品初级加工	84
第二节	干品刺参加工	86
第三节	刺参精深加工	90

第五章 刺参的营养分析与药用价值

第一节	刺参的营养及药用成分	92
第二节	刺参体壁营养成分的季节变化	96

第六章 刺参发制技术与鉴别方法

第一节	刺参的发制方法	99
第二节	刺参的保存方法	101
第三节	刺参的鉴别方法	101
第四节	不同地域与不同养殖模式刺参的品质评价	105

第七章 刺参食用方法

第一节	家常炒菜类	119
第二节	焖炖类	122
第三节	红烧类	126
第四节	汤煲类	130
第五节	粥类	132
第六节	面食类	135
第七节	米饭类	136
第八节	蛋羹类	137

第八章 烟台刺参产业分布与发展规划

第一节	烟台刺参产业发展的现状与特点	138
-----	----------------	-----

第二节 刺参产业发展存在的实际问题与制约瓶颈 140

第三节 刺参产业健康可持续发展的思路与对策 144

第四节 刺参苗种产业发展规划与措施 152

第九章 刺参品牌文化与历史渊源

第一节 烟台刺参品牌建设历程 155

第二节 刺参历史渊源 158

第三节 烟台刺参名优品牌企业 161

附 录

附录一 刺参大事记 167

附录二 刺参相关技术标准及摘要 169

参考文献

第一章

刺参生物学特征

第一节 海参概论

海参,属于棘皮动物门海参纲(Holothuroidea),生活在潮间带至水深 8 000 m 的海域,距今已有 6 亿多年的历史。海参以底栖藻类和浮游生物为食,广布于世界各海洋中。在我国海参同人参、燕窝、鱼翅齐名,是八大食珍之一。海参不仅是珍贵的食品,也是名贵的药材。据《本草纲目拾遗》中记载:“海参,味甘咸,补肾,益精髓,摄小便,壮阳疗痿,其性温补,足抵人参,故名海参。”随着海参营养知识的普及,海参逐渐走上百姓餐桌,同时,市场对海参的养殖产量需求及质量要求也随之提高。

一、我国可食用海参类群

据资料记载,全世界有 1 300 多种海参,我国有 140 多种,绝大多数海参不能食用。据统计,全世界有 40 多种可食用海参,我国可食用海参有 21 种,隶属于 3 个目 4 个科。

枝手目(Dendrochirota):瓜参科(Cucumariidae)——方柱五角瓜参(*Peniacia quadrangularis*)、瘤五角瓜参(*P. anceps*)、裸五角瓜参(*Acolochirus inornatus*)。

楣手目(Aspidocchirota):海参科(Holothuriidae)——图纹白尼参(*Bohadschia marmorata*)、蛇目白尼参(*B. argus*)、格式白尼参(*B. graeffei*)、辐肛参(*Actinopyga lecanora*)、乌皱辐肛参(*A. miliaris*)、白底辐肛参(*A. mauritiana*)、黑乳参(*Holothuria nobilis*)、玉足海参(*H. leucospilota*)、糙海参(*H. scabra*)。刺参科(*Stichopodidae*)——刺参(*Apostichopus japonicus*)、梅花参(*Thelenota ananas*)、巨梅花参(*Thelenota anax*)、绿刺参(*Stichopus chloronotus*)、花刺参(*S. variegatus*)、糙刺参(*S. horrens*)、松刺参(*S. flaccus*)。

芋参目(Molpadonia):芋参科(Molpadiidae)——海地瓜(*Acaudina molpadioides*)、海棒槌(*Paracaudina chinensis* var. *ransonnetii*)。

需要指出的是,在商品流通领域和烹饪文献中,常根据海参背面是否有圆锥肉刺状的

疣足,将海参分为“刺参类”和“光参类”两大类。其中,“刺参类”主要是刺参科的种类,“光参类”主要是瓜参科、海参科和芋参科的种类。

二、我国主要食用海参类群的分布

1. 刺参科

(1) 刺参。又称灰刺参、仿刺参、灰参、海鼠。广泛分布于西北太平洋浅海水域,在我国主要分布于辽宁大连到江苏车牛山岛沿海。是我国有记载的 21 种食用海参中唯一分布于黄渤海区的温带种类。仿刺参主要摄食底栖硅藻和沉淀的有机碎屑,它生活在有岩礁底的浅海中,特别喜欢在海藻繁茂的地方生活。捕捞期分春、秋两季,现已人工养殖。仿刺参体壁厚而软糯,是北部沿海食用海参中质量最好的一种。

(2) 梅花参。又称凤梨参。分布于太平洋西南部,在我国梅花参主要产于南海的西沙群岛。梅花参喜栖于水深 3~10 m 的珊瑚礁沙质底质。体大肉厚,品质佳,是我国南海食用海参中最好的一种海参。

(3) 绿刺参。又称方柱参、方刺参。分布于西太平洋,在我国绿刺参主要产于西沙群岛、南沙群岛和海南岛南部。品质较好,但过于软嫩,为南海的食用海参之一,产量较高。

(4) 花刺参。又称黄肉参、方参、白刺参。分布于西太平洋区域,在我国花刺参主要产于北部湾、西沙群岛、南沙群岛、海南岛和雷州半岛等沿岸浅海。生活在珊瑚礁边或石块下,大的个体多在海水较深处。肉质软嫩,优于绿刺参,为南海很普通的一种食用海参。

2. 海参科

(1) 图纹白尼参。又称二斑白尼参、白瓜参、白乳参、白尼参、二斑参、二斑布氏参。生活于珊瑚礁沙底,在我国图纹白尼参主要分布于西沙群岛、南沙群岛和海南大洲岛等。肉质厚嫩,品质较好,是一种大型食用海参。

(2) 蛇目白尼参。又称蛇目参、蛇目布氏参、豹纹鱼、斑鱼。生活于热带珊瑚礁内有少数海藻的沙底,水深 6~18 m。在我国蛇目白尼参主要分布于西沙群岛和南沙群岛等海域。肉质厚嫩,品质较好,是一种大型食用海参。

(3) 辐肛参。又称石参、黄瓜参、子安贝参。在我国辐肛参分布于西沙群岛和南沙群岛。品质较好。

(4) 白底辐肛参。又称白底靴参、靴参、靴海参。生活在热带珊瑚礁海域,在国外白底辐肛参分布于印度和日本南部海域,在我国白底辐肛参分布于南海的西沙群岛、南沙群岛和海南岛南部。质量较好,是一种大型食用海参。

(5) 乌皱辐肛参。又称乌皱参、乌参。在我国乌皱辐肛参分布于南海的西沙群岛。干制品体壁厚而硬,品质较好,但产量较小。

(6) 黑海参。又称黑狗参、黑参、黑怪参。生活在热带珊瑚礁沙底,常成群出现,大型个体常栖息在水深 4~6 m 或更深一些的海底。在我国的西沙群岛、南沙群岛和海南岛南部海域出产很多。品质不佳,是一种很普通的食用海参。

(7) 玉足海参。又称荡皮参、乌参、红参、乌虫参。多生活在潮间带珊瑚礁上或石堆多

的水洼中,有“冬眠”现象。在我国玉足海参主要分布于西沙群岛、海南岛、广东至福建东山等沿海。肉薄,品质较次,是我国南海最普通的食用海参之一。

(8) 黑乳参。又称开乌参、乌参、大乌参,乌尼参、乌圆参、乳房鱼。生活在热带珊瑚礁内有少数海藻的沙底,分布于印度-西太平洋,在我国黑乳参产于西沙群岛和海南岛南部海域。体壁厚实,骨片较多,是一种品质优良的大型食用海参。

(9) 糙海参。又称糙参、明玉参、白参。生活于沿岸沙底,分布于印度-西太平洋,在我国糙海参主要产于西沙、南沙和海南岛。产量较高,体壁较厚,但骨片较多,表面粗糙,为南海常见的一种重要食用海参。

3. 瓜参科

(1) 方柱五角瓜参。生活于潮间带,在我国方柱五角瓜参主要产于福建、广东、台湾海峡、海南、南沙群岛附近海域。体壁硬,食用品质较差。

(2) 裸五角瓜参。在我国裸五角瓜参主要产于山东青岛、浙江嵊泗列岛、福建厦门、东山附近海域。体壁较硬,食用品质较差。

(3) 瘤五角瓜参。在我国瘤五角瓜参主要产于福建、广东、台湾海峡、南沙群岛附近海域。体壁较硬,食用品质较差。

4. 芋参科

(1) 海地瓜。又称乌虫参、茄参、南参、海茄子。穴居于浅海泥沙中,在我国沿海以及日本、菲律宾、印度尼西亚等地浅海均有分布。体壁很薄,品质较差。

(2) 海棒槌。又称海老鼠。潜居浅海泥沙中,在我国南北沿海的浅海均常见。体壁很薄,品质较差,食用价值很低。

三、刺参分类地位

刺参又称仿刺参,属于棘皮动物门(Echinodermata)游走亚门(Eleutherozoa)海参纲(Holothuroidea)楯手目(Aspidochiroda)刺参科(Stichopodidae)仿刺参属(*Apostichopus*)。以前曾把刺参放在刺参属(*Stichopus*),后来廖玉麟发现,刺参属的鉴别特征并不适于刺参,于是,将刺参从刺参属中分离出来,建立仿刺参属。

四、烟台刺参

1. 胶东刺参

据《本草纲目拾遗》记载:“海参生东海中。”这里所说的东海就是指现在的山东半岛沿海,海参是指刺参。山东半岛沿海是我国刺参的主要产区之一,刺参年产量达10万余吨。山东沿海已连续多年进行胶东刺参的大规模人工渔礁增殖,捕捞产量逐年增长。

胶东半岛生长了5 a以上的野生仿刺参,称为贡参。据清乾隆赵学敏《本草纲目拾遗》的记载,“海参亦出登州海中,所产海参亦佳”,又记“福山陈良翰云:刺参生北海者佳,为天下第一”。《药性考》上记载,山东半岛海域内的刺参为国内最佳者。胶东半岛有得天独厚的优质刺参,食刺参的历史也较其他地区更为久远。

胶东刺参系横跨黄、渤海的长山列岛所产的4~6排刺天然野生刺参,主要包括了烟台、威海以及青岛等地的刺参。

2. 烟台刺参

烟台刺参主要分布在长岛、蓬莱、牟平、芝罘等沿海一带,多栖息于海水中的岩礁、乱石或泥沙底,伴有大型藻类丛生且无淡水注入的海域。

烟台具有发展刺参养殖得天独厚的优越条件,是我国刺参主产区。进入20世纪以来,全市充分发挥资源和地域优势,沿海群众对养殖刺参的积极性高涨,呈现出池塘养殖、围堰养殖、围网养殖、底播增殖及工厂化养殖等多种模式齐头并进的良好局面,形成了较为系统的苗种繁育和养殖技术操作规程。2016年全市刺参养殖实现产值54.1亿元,占海水养殖总产值的50.3%。整个刺参产业链包括苗种、养殖、加工、流通,实现产值150余亿元,产业规模约占全国的1/6,占全市渔业总产值的1/4。

名声在外的烟台刺参主要有长岛刺参、崆峒岛刺参和养马岛刺参。

(1) 长岛刺参。长岛海域具有独特的地理位置、优质的水源以及富含营养物质的海泥,这些条件使得长岛刺参在经历3~5a的生长周期,具备了更高的蛋白质含量及营养价值。长岛刺参多采用渔民的传统方式进行加工,曾为历朝贡品。

(2) 崆峒岛刺参。为海岛深海域刺参,采用传统加工方法,含盐量极低,质量稳定,营

养不损失,涨发后体壁肥厚、肉质柔软而有弹性,口感好,味道鲜美。

(3) 养马岛刺参。养马岛位于渤、黄海交界处,优异的海域环境和特殊气候使其盛产海参。养马岛刺参被誉为珍品中的珍品。

第二节 刺参的形态特征

一、外部形态

刺参体呈扁的圆筒形,两端稍细,成参体长20~40cm,体宽3~6cm,身体柔软,伸缩性大。身体分为背面和腹面,左右对称。背面稍微隆起,有2个步带区和3个间步带区,具4~6行大小不等、排列不规则的圆锥状的疣足,形成突起的肉刺。腹面则比较平坦,有3个步带区和2个间步带区,整个腹面有密集的管足,在腹面大致排成3个不规则的纵带,用于吸附岩礁或匍匐爬行。口位于身体前端,偏于腹面,位于围口膜中央,其入口处呈环状突起。触手为楯状触手,位于体前端腹面,呈环状排列在口的周围,分支呈楯状,具一短柄,顶端有许多水平分支。肛门位于体后端且稍偏于背面。生殖孔位于身体前端背中线上距口部1~3cm的间步带区,第一对较大的疣足前后,呈一凹孔;生殖季节明显可见,生殖孔处色素较深,直径为3~4mm,中间有一生殖疣,在繁殖季节可见到开启的生殖孔。

二、体色特征

刺参能随着栖息环境而变化体色。生活在岩礁区的刺参,体色多为棕色或淡蓝色;而栖息在海藻、海草中的刺参则多为绿色。刺参的这种体色变化,可以有效地帮助其躲避天

敌的伤害。

三、解剖特征

将刺参从肛门到口的体壁剪开,从背面可以看到一条呈顺时针环绕的消化道,根据其附着的位置和延伸的方向分为前肠、中肠和后肠。它们分别附着在背肠系膜、侧肠系膜和腹肠系膜上,前肠从口部向下延伸,快到泄殖腔处向左侧拐弯然后向上延伸变成中肠,至咽部下方再沿腹部向下延伸至肛门。呼吸树的左支和中肠密切相连,开口于肛门处,生殖腺也附着在背肠系膜上。

1. 体壁结构

刺参体壁的最外层为上皮层,由单层的表皮细胞组成,具有保护作用。上皮层之下为皮层,由厚的结缔组织构成,富含胶质,其间有无数的小型骨片。皮层里面是肌肉层,由环肌及纵肌两层组成。外层为环肌,内层为纵肌;纵肌 5 束,分居于五步带区,背面 2 束,腹面 3 束,前端固着于石灰环上,后端固着于肛门周围。刺参依靠肌肉的伸缩和管足的配合蠕动爬行。在环肌与纵肌之下,有一层薄膜附在体腔表面,称为体腔膜。体腔膜可延伸与肠相连,称悬肠膜。悬肠膜有 3 片,即左悬肠膜、右悬肠膜和背悬肠膜。体腔膜内有诸多脏器,构成体腔。体腔内有体腔液,当身体收缩时,可做不定向流动。

2. 消化系统

刺参的消化系统由口、咽、食道、胃、肠和排泄腔组成。刺参的口呈圆形,位于身体腹面前端围口膜中央,口的边缘有一圈触手,依靠触手将食物连同泥沙一起送入口中。口无咀嚼器,食物经咽进入食道。食道周围有 10 片石灰质骨片,5 片位于主步带区,另外 5 片位于间步带区。这些骨片都为白色,为 5 束强大纵肌的固着点。刺参食道较短,下面接着胃和肠。肠在体内呈顺时针环绕,首先沿着背部中间向下延伸称第一下降部,然后转向左边往上延伸至环水管附近为上升部,沿腹中线至肛门称第二下降部,分别称之为前肠、中肠和后肠。消化道靠肠系膜附着于体壁上,背肠系膜支持前肠,左肠系膜支持中肠,支持后肠的称为腹肠系膜。后肠后端膨大成总排泄腔,其末端开口即肛门。肠是消化吸收的主要部位,肠的长短和粗细与摄食强度的大小有关,在正常摄食情况下,肠的长度为体长的 3 倍以上,这样有利于大量摄取食物,获得足够的营养。刺参在夏眠时,肠萎缩变细,呈透明的线状。

刺参消化道的组织学结构一般由 5 层构成,即上皮、内层结缔组织、肌肉层(环肌和纵肌)、外层结缔组织和纤毛腹膜。咽和胃的内壁有纵的褶皱壁,并衬有角质层,角质层常延伸至肠管。

3. 呼吸和排泄系统

刺参的呼吸树、皮肤和管足具有呼吸作用。呼吸树是指从泄殖腔壁延伸出的一条短而粗的薄壁管,浮于体腔之中,由此管分出左、右两个分支的盲囊,外观呈树枝状,末端有许多小囊状的分枝,是刺参呼吸的主要器官。呼吸树的组织学和消化道相似,实际上是消化道的突出部分,由外向内依次为上皮组织、肌肉层、血腔和内皮层。内皮是其完成气体

交换的场所。呼吸树的中央腔和泄殖腔相通,海水由泄殖腔进入呼吸树。泄殖腔的收缩与舒张使海水不断进入呼吸树腔体内,海水中高浓度的溶解氧与呼吸树腔内高浓度的二氧化碳进行双向扩散。

刺参是低等动物,没有分化出专用的类似于高等动物肾的排泄器官,而是由呼吸器官行使排泄功能。

4. 循环系统

刺参的循环系统较为发达,包括血管和血窦(也称异网),主要由包围咽的环血管及其分支和沿着消化道的肠血管组成,没有心脏。环血管分出5条辐射血管,沿步带区分布,埋于皮肤的肌肉层中,一直延伸到身体的后端;肠血管有两条,一条为腹肠血管,在无肠系膜附着的消化道腹面,另一条为背肠血管在有肠系膜附着的消化道背面。这两条肠血管又有许多分支,形成血管网,分布于肠曲折之间。呼吸树的左支与背肠血管所形成的血管网紧密相连。

5. 水管系统

刺参的水管系统以五辐射对称结构排列,主要由位于咽部附近的环水管和分布于体壁的5条辐水管组成。环水管贴着口咽部向前方分出5个大而明显的辐水管,辐水管沿着石灰环辅板的内侧发出分支通向口周围的触手,然后辅水管变细并通过石灰环辅板的前端凹陷,沿着身体的各个步带区向后延伸,位于步带区的辐水管再发出分支通向体壁上的管足和疣足。环水管位于咽附近石灰环稍后方,环绕食道和咽部相连的部位,较为宽阔。从组织学观察,环水管的衬里是纤毛上皮,下方为环肌纤维,再接有结缔组织。结缔组织有体腔细胞和骨片存在,环水管的外面为体腔上皮。环水管具有两种附属物:一种是波里氏囊(polian vesicles),另一种是石管(stone canal)。波里氏囊悬挂于体腔中,呈长瓶形,具一狭窄的颈部和环水管相接,可以调节液体在水管内的运输。波里氏囊壁的组织学和环水管相似,但壁较薄,内含体腔细胞。石管是具钙化壁的小管,从环水管分出,末端为筛板,或为具穿孔和管道的膨胀体。刺参的筛板与体壁层完全分离,成为体腔中游离的物体,为一个穿有许多小孔的白色石灰板,开口于体腔内。水管系统不和外界海水相通,而是和体腔内的体腔液相通。触手相当于水管系统的管足,故也可以称其为口管足,是体壁中空延伸部分,具内腔属于水管系统。刺参体壁上的疣和管足都是同源的,因此,又称为疣足,也称为“肉刺”。位于步带区的辅水管在辅神经和纵肌带中间,并向两侧发出分支到疣足或管足。

6. 神经系统

刺参的神经组织是由网状神经纤维构成神经丛,再由神经丛构成神经系统。由外神经系统和深层神经系统两部分组成。外神经系统又称口神经系统,主司感觉,由围绕口部的神经环发出5条辐神经沿步带区分布,构成辐神经的外带。神经环位于食道骨片内面,分出五辐神经,向前分支入触手;向后沿步带区而分支于管足、坛囊等处。触手神经有分支通到触手细分支的末端感觉板上。辐神经位于体壁和纵肌之间,四周被一层结缔组织薄膜包围。深层神经系统主司运动,无神经环,位于口神经系统之内,构成辐神经的内带,有

分支通向体壁、水管系统和消化道等的肌肉纤维,其分支分布于环肌、纵肌上。

7. 生殖系统

刺参为雌雄异体,很难通过外观特征判别性别,只能在生殖季节通过解剖鉴别雌雄,在生殖期,雌性刺参生殖腺呈黄色或橘红色,雄性呈淡乳黄色或白色,生殖腺俗称“参花”。刺参生殖腺位于食道悬垂膜的两侧,为一束树枝状细管,外形呈簇状的盲囊结构。其主分支由 11~13 条分支组成,分支很长,在生殖季节有的分支可达 20~30 cm,各分支又可以分出次级小分支;各分支在围食道处汇聚成总管,叫作生殖管,一般为 1 条,偶尔可见 2~3 条。总管向前通向生殖孔,生殖孔一般 1 个,偶尔 2~3 个,位于头背部触手的基部、距前端 1~3 cm 处的生殖疣上。在通常情况下,生殖疣向内凹陷、色素加深。当精子或卵子排放时,生殖疣向体外突出呈疣状,此时可以清楚地分辨出生殖孔的确切位置。

8. 石灰环和骨片

刺参的石灰环(俗称“牙”)位于食道前端,系一膨大不透明的球状体,由 5 个主辅和 5 个间辐组成的 10 个大型骨板结合成包围咽部的咽球,形成一个石灰质的环状结构,起到支持咽部,神经环、环水管等软组织的作用,还有支撑和保护消化管的作用。辐板通常比间辐板大。石灰环具有支持咽部、神经环和水管系统的作用。刺参没有分化出骨骼,其真皮的表层包含称之为骨片或骨针的内骨骼。骨片的形状、大小常随种类而异,并且十分稳定,极少数刺参没有骨片。因此,骨片是刺参纲分类的重要依据。刺参幼参的骨片主要有 5 种,即桌形体、管足支持杆状体、触手支持杆状体、泄殖腔的复杂骨片和管足吸盘下的大型骨片。幼参的桌形体底部呈圆盘形,有辐射状的孔状结构,桌形体的塔部较高,由 4 个立柱和 1~3 个横梁构成;成参的桌形体塔部逐渐退化,成为不完全的桌形体,另外,还有较大的纺锤形穿孔板等;管足和庞足的末端有管足支持杆状体,管足的吸盘下有大型的穿孔板骨片;触手的末端有触手支持杆状体。此外,泄殖腔的皮层中还有其特有的复杂骨片。

9. 体腔和体腔液

刺参从石灰环到泄殖腔的体壁与消化道之间有很大的体腔。体腔被消化道的肠系膜分隔为不完全的三部分,内充满体腔液。研究显示刺参体腔液中有多种生物活性物质,对某些细菌有抑制作用,对体内微生物组成和数量有一定的调节控制作用。刺参的体腔液和周围海水可以自由渗透,但体腔液的缓冲作用要大于海水。体腔液的盐度等指标与海水相似,而 pH 则低于海水, K^+ 的浓度大于海水。体腔液中曾检出微量的蛋白质、氨基酸和黏多糖,体腔液暴露于空气中会出现凝固现象。

第三节 刺参的生态习性

刺参主要分布于北纬 $35^{\circ}\sim 44^{\circ}$ 的西北太平洋沿岸,北起俄罗斯远东沿海,经日本海、朝鲜半岛到我国黄海和渤海,江苏省连云港市东部的北平岛是刺参在我国自然分布的南限。