

海参疾病学研究进展

张春云¹, 陈国福¹, 徐仲¹, 闫培生¹, 王印庚²

(1. 哈尔滨工业大学 海洋学院, 山东 威海 264209; 2. 中国水产科学研究院 黄海水产研究所, 山东 青岛 266071)

关键词: 海参; 细菌; 病毒; 寄生虫; 霉菌; 检测; 防治
中图分类号: S947.9 文献标识码: C

文章编号: 1003-1111(2011)10-0644-05

海参具有极高的营养和药用价值, 历来被视为海珍奇品。近年来, 海参价格不断上涨, 市场需求量迅速增加, 随着捕捞强度的增大, 导致自然资源量急剧减少。为解决市场膨胀和资源缩减问题, 海参[主要是仿刺参(*Apostichopus japonicus*)]养殖在我国北方沿海迅猛发展, 并成为海水养殖的新兴支柱产业。然而, 养殖的过速发展及集约化养殖模式下的不规范运作, 病害问题日趋严重, 给仿刺参养殖业造成巨大经济损失。

中国和日本是最早进行海参人工培育的国家, 也是对海参开展研究最多的国家, 而长期以来有关海参的研究主要集中在繁殖生物学、育苗技术、养殖生态及药用活性物质等, 关于海参疾病的研究较少^[1]。我国对于养殖中海参的病害只有简单的描述, 并未进行系统、深入的研究^[2-3]。随着海参养殖业在国民经济中的地位逐渐突显, 疾病危害却日益严重, 近年来出现了大量有关海参疾病的报道。笔者就该领域的研究进展作一综述, 以期为海参疾病的进一步研究、防控及健康养殖提供参考。

1 海参疾病

1.1 细菌性疾病

细菌性疾病是目前海参报道得最多的疾病, 也是当前养殖生产中危害最严重的疾病。细菌性疾病在海参养殖的各期均可爆发, 且传播速度快, 呈流行性发展的趋势。常见的细菌性疾病有腐皮综合征、化板症、烂胃病、烂边症、急性口围肿胀症和排脏症等。目前有关细菌性疾病的报道主要集中在病原学研究上。

1.1.1 腐皮综合征

腐皮综合征又称化皮病^[3]、皮肤溃烂病^[4]、溃烂病^[5]、溃疡病^[6-7]和表皮溃烂病^[8]等, 是当前报道和研究最多的海参疾病。该病及其相关的疾病(具有典型的皮肤溃烂特征)的爆发具有全球性。在我国, 仿刺参的腐皮综合征多发生于年底至翌年4月水温较低时期, 保苗期幼参和成参均可被感染^[9], 主要症状为厌食、摇头、口肿溃烂、排脏及身体收缩僵直, 体表发生溃疡且面积逐渐扩大直至死亡^[10]。因该病的表现症状复杂, 并且患病仿刺参均呈现表皮溃烂等特点, 将其命名为“腐皮综合征”。

有关腐皮综合征的研究主要集中在病原学方面。Becker等^[4]最早报道了皮肤溃烂病, 认为该病的发生是多种事件(如寄生虫感染)和多种致病因子(包括细菌)共同感染的结果。王印庚等^[9]报道了腐皮综合征的病原, 但发现腐皮综合征的病原在不同地区和发病参龄间存在差异, 而且该病并非单一的病原感染。灿烂弧菌(*Vibrio splendidus*)^[10]和假交替单胞菌(*Pseudoalteromonas nigrifaciens*)^[5, 11]均可引发该病。溶藻弧菌(*V. alginolyticus*)^[6]、杀鲑气单胞菌(*Aeromonas salmonicida*)^[7-8]、中间气单胞菌(*A. media*)^[8]、海弧菌生物变种I(*V. pelagius* biovar I)^[8]、*V. cyclitrophicus*^[12]、哈维氏弧菌^[12](*V. harveyi*)、*V. tasmaniensis*^[12]、*Photobacterium* sp.^[12]和腊样芽孢杆菌(*Bacillus cereus*)^[13]等均可引发该病, 或单一感染或多重感染。此外, 病毒也可能是该病的病原^[14]。

1.1.2 化板症

化板症也称“滑板病”、“脱板病”和“解体

收稿日期: 2010-06-09; 修回日期: 2010-12-07.

基金项目: 威海市科技发展计划项目(IMJQ01110013); 山东省优秀中青年科学家科研奖励基金计划项目(BS2010HZ002); 哈尔滨工业大学优秀团队支持计划项目.

作者简介: 张春云(1978—)女, 讲师, 硕士, 研究方向: 海水养殖病害; E-mail: linmeng23@sohu.com. 通讯作者: 陈国福(1977—)男, 讲师, 博士, 研究方向: 海洋生物学; E-mail: dragonmanchen@yahoo.com.cn.

病”^[9, 15],具有传染性强、发病快和死亡率高的特点^[9]。典型症状为幼体收缩变短,活力下降并逐渐失去附着在附着基(板)上的能力,然后掉落池底自溶解体,在发病池底常可见大量仿刺参骨片^[9, 15-16]。“化板症”的病原也具有复杂性和多样性的特点。

1.1.3 烂胃病

烂胃病通常发生在仿刺参耳状幼体后期,即幼体发育后的 5~7 d^[15]。该病在每年的 6—7 月高温期和幼体培育密度大时更易发生^[9, 15],发病幼体的症状为幼体胃壁增厚、粗糙,界限变得模糊不清,继而从正常的充盈梨形逐步萎缩变小、变形,严重时整个胃壁发生糜烂,继而影响到整个幼体出现体壁溃烂,最终导致苗体死亡^[17]。关于烂胃病的原因,有学者认为与高密度的幼体培育、投喂的饵料品质不佳和搭配不当相关^[15, 18-19]。最近的研究发现,灿烂弧菌能引发该病的发生,并且该病的病原具有多样性^[17]。

1.1.4 烂边症

烂边症多发生在仿刺参发育的耳状幼体阶段,其发病症状为耳状幼体边缘突起组织增生,颜色加深变黑,边缘模糊不清,逐步溃烂,最后整个幼体解体消失^[9, 15]。邓欢等^[15]认为该病可能是由于水质环境欠佳或细菌感染引起。笔者通过对该病的病原及其来源研究确认了弧菌(*V. lentus*)能引起该病的发生,苗种培育系统中的多个环节存在病原,因此都可能是病原的来源。

1.1.5 排脏症

邓欢等^[20]报道了大连地区仿刺参的一种爆发性疾病,以排脏为主要特征,排脏后身体逐渐肿胀,然后皮肤开始迅速溃烂而最终呈黏液状,能造成仿刺参的大量死亡;病原分析发现,有 2 种细菌(*Arthrobacter protophormiae* 和 *Staphylococcus equorum*)能引发该病的发生^[12]。排脏症的典型特征即“排脏”,并非该病独有,患腐皮综合征的仿刺参也有该症状^[9, 11],但 Deng 等^[12]的研究比较表明,二者是不同的疾病。

1.1.6 急性口围肿胀症

急性口围肿胀症最早由马悦欣等^[21]报道,其典型症状为仿刺参的口围发生肿胀继而体表溃烂。细菌和病毒均可引发该病^[21-23]。马悦欣等^[21]通过人工感染,发现从患急性口围肿胀症的仿刺参体内分离出的多种细菌,均能使健康仿刺参出现口围肿胀等典型症状甚至死亡,证明细菌能引发该病。

1.2 病毒性疾病

王品虹等^[22-23]通过电镜观察,在急性口围肿胀

症的仿刺参消化道上皮中发现形态类似于冠状病毒的病毒样粒子,直径 80~100 nm,聚集形成一个具双层膜包被的病毒囊;宋坚等^[24]在患“脱板病”的稚参组织匀浆中发现近球形病毒,其大小和形态与王品虹等^[22]报道的病毒类似;邓欢等^[25]在发生“胃萎缩症”的耳状幼体及其亲参体内检测到了直径为 75~200 nm 球形病毒。上述研究由于受试验手段或条件的限制,未开展人工感染试验以确证病毒的致病性。

Deng 等^[14]首次通过人工感染,证实直径为 75~200 nm 的球形病毒能导致仿刺参发生以“排脏”和“腐皮”为典型症状的疾病,但尚不能确定病毒和同时分离出的细菌谁是原发感染,推测二者可能为协同致病。形态学分析表明该病毒不只是一种,且与已报道的贝类病毒不同,其分类地位尚未确定。

1.3 寄生虫病

海参纲动物是棘皮动物门中最易发生寄生性感染的种类^[26-27]。荣小军等^[27-28]对海参寄生虫病的研究进展进行了较详尽的综述,显示感染海参的寄生虫多种多样,主要包括:(1)原生动物:孢子虫的 6 属 14 种^[26]、簇虫的 5 属 13 种和球虫目的 1 种^[29]均可感染海参,囊孢子虫属(*Cystobia*)的种类最多,此外还有尾丝孢子虫属(*Urospora*)的种类,其中囊孢子虫^[30]、性腺孢子虫^[31]和 *Ixoreis psychropota*^[32]的侵染过程研究得较透彻;(2)扁形动物:无肠目的 5 个种、单肠目涡虫的 34 个种、吸虫纲的 3 个种可感染海参^[26],并且大多寄生在海参的消化道上,其中涡虫的感染率较高^[33],而某些寄生虫对宿主有选择性;(3)环节动物:已发现的与海参共生的多毛目环节动物有 18 种^[34],但认为它们的寄生不会对海参产生损害^[27];(4)软体动物:双壳纲的 4 种和腹足纲的 33 种可感染海参^[26],其中前者寄生在海参的泄殖腔中或者消化道壁上,后者则可寄生在海参的体表、体腔、消化道和呼吸树等组织器官,其寄生不仅会影响海参的生长发育,而且会引发宿主反应、组织损伤和繁殖能力的丧失^[35];(5)节肢动物:分属 4 个纲的 85 种桡足类^[27]和 12 种豆蟹(*Pinnotherea*)^[26]可寄生在海参体表或体内,其中前者与海参之间的相互影响和利害关系还不明晰^[36],而后者仅发现 *P. decanus* 会引起海参呼吸树萎缩^[37]。

王印庚等^[9]最早报道了养殖仿刺参的扁虫病和纤毛虫病,发现扁虫主要侵入体壁肌肉组织,其数量较大,且虫体有多态性,其分类地位尚未确定;

纤毛虫主要在呼吸树上吸食营养,导致呼吸树组织损伤,初步分析该纤毛虫为盾纤目、后口虫属(*Boveria*)的一种。刘晓云等^[38]也对纤毛虫病进行了研究,证实了王印庚等^[9]的推论,即纤毛虫与“腐皮综合征”有一定的相关性。Long等^[39]对仿刺参呼吸树上的寄生虫进行了分类研究。目前我国在海参的寄生虫病研究方面尚处于起步阶段。

1.4 霉菌病

霉菌病主要发生在每年4—8月高温潮湿季节,或单独发生,或伴随细菌和寄生虫发生^[9,40-41]。通常霉菌的繁殖只局限在体壁浅表,导致仿刺参棘刺及表皮脱落或成块烂掉,使皮下组织暴露,呈现大片的白斑。通过镜检一批发生水肿和脱皮的病样,观察到大量霉菌菌丝体,采用以仿刺参体壁提取液为基本成分的培养基分离得到一种霉菌,该霉菌菌丝有隔,孢子囊较大,呈圆形或椭圆形成簇生长,孢子囊内有6个以上分生孢子,其形态与发病仿刺参病灶处霉菌形态基本一致^[40]。在生产上,霉菌病本身虽不造成仿刺参死亡,但可造成外观次劣而直接影响其品质,导致一定的经济损失^[9]。

1.5 其他非传染性疾病

在海参的养殖期间还存在其他一些并非由特异病原引起的疾病,即非传染性疾病。导致这类疾病的主要原因大多是由于饲养和管理不善而引起的动物抵抗力下降和生理机能失调^[3,9,15,42],这类疾病虽无传染性,但对仿刺参的危害却相当严重,除了可直接造成死亡外,还可诱导病原体的继发性感染,出现大量死亡现象。

2 防控技术

水产动物疾病的传统防治方法是使用化学药物和抗生素,这不但破坏养殖环境,而且水产品抗生素的残留威胁人类健康。特别是对于海参疾病,由于其病因较复杂,而且某一疾病的病原具有区域性、多样性和不确定性的特点^[9,16],给养殖生产中的防治增加了难度。近年来,一些学者开展了针对腐皮综合征的病原检测技术的研究。谢建军等^[43-45]分别建立了斑点酶联免疫吸附分析(Dot-ELISA)、PCR检测和斑点杂交检测技术,其灵敏度高,检测速度快,可用于该疾病的早期检测。但病原的多样性和不确定性使这些检测技术在疾病防治的实际应用中遇到困难。因此,在当前的养殖模式下,疾病一旦发生,滥用抗生素和化学药物时有发生,常常造成养殖环境的严重恶化和仿刺参品质

的下降。

随着近年来对无脊椎动物特别是棘皮动物免疫特性的认识及免疫增强剂的研究,为海参养殖中病害的防治开辟了新的思路。研究发现,多糖能增强海参的免疫机能^[46-47]。应用研究也表明,免疫多糖能明显提高海参幼体的成活率与质量增加率^[48]。除多糖外,中草药方剂添加于饲料中饲喂仿刺参,也可明显提高仿刺参的抗病力^[49];凝集素也被认为可作为免疫增强剂来抑制仿刺参体外微生物的入侵,从而成为防治腐皮综合征的一条有效途径^[50]。最近的研究还表明,在基础饲料中添加维生素C后投喂幼参,可提高幼参的成活率、免疫机能(包括体表粘液和体腔液的杀菌活性、体腔细胞的吞噬活性、体腔液的溶菌活性和凝集素滴度、酸性和碱性磷酸酶及酚氧化酶活性)和抗病力^[51];仿刺参注射气单胞菌苗后也能提高其免疫机能^[52]。

3 小结

随着我国海参养殖业的进一步发展,病害问题日趋突出,当今零星的和不完整的疾病知识与技术已经不能满足海参养殖业的需求。主要体现在以下几方面:(1)海参疾病的基础理论研究薄弱,特别是对疾病的分子机理研究太少,如腐皮综合征,只有揭示出现“腐皮”的机理,才能为相关疾病的研究提供理论支持;(2)缺乏较系统的流行病学和病原学调查资料,疾病的命名混乱不一、缺乏标准。应在海参的主要养殖区开展全面的流行病学和病原学调查、分析和研究,对疾病的分类和命名进行规范;(3)由于海参疾病病因复杂、病原多样或者病因不明,生产中滥用药物现象普遍,应加快针对海参的免疫增强剂或微生态制剂的研制,开辟海参绿色健康养殖新途径,保证海参养殖的持续健康发展。

参考文献:

- [1] 张春云,王印庚,荣小军,等.国内外海参自然资源、养殖状况及存在问题[J].海洋水产研究,2004,25(3):89-97.
- [2] 张群乐,刘永.海参海胆增殖养殖技术[M].青岛:青岛海洋大学出版社,1998:1-119.
- [3] 隋锡林,邓欢.刺参池塘养殖的病害及防治对策[J].水产科学,2004,23(6):22-23.
- [4] Becker P, Gillan D, Lanterbecq D, et al. The skin ulceration disease in cultivated juveniles of *Holothuria scabra* (Holothuroidea, Echinodermata)[J]. Aquaculture, 2004, 242(1/4):13-30.

- [5] 马悦欣,徐高蓉,常亚青,等. 大连地区刺参幼参溃烂病细菌性病原的初步研究[J]. 大连水产学院学报, 2006,21(1):13-18.
- [6] 杨嘉龙,周丽,绳秀珍,等. 养殖刺参溃疡病病原菌 RH₂ 的鉴定及其生物学特性分析[J]. 水产学报, 2007, 31(4):504-511.
- [7] 杨嘉龙,周丽,邢婧,等. 养殖刺参溃疡病杀鲑气单胞菌的分离、致病性及胞外产物特性分析[J]. 中国水产科学, 2007,14(6):981-989.
- [8] 王高学,原居林,赵云奎,等. 刺参表皮溃烂病病原菌的分离鉴定与药敏试验[J]. 西北农林科技大学学报, 2007,35(8):87-90.
- [9] 王印庚,荣小军,张春云. 养殖海参主要疾病及防治技术[J]. 海洋科学, 2005,29(3):1-7.
- [10] 张春云,王印庚,荣小军. 养殖刺参腐皮综合征病原菌的分离与鉴定[J]. 水产学报, 2006,30(1):118-123.
- [11] 王印庚,方波,张春云,等. 养殖刺参保苗期重大疾病“腐皮综合征”病原及其感染源分析[J]. 中国水产科学, 2006,13(4):610-616.
- [12] Deng H, He C B, Zhou Z C, et al. Isolation and pathogenicity of pathogens from skin ulceration disease and viscera ejection syndrome of the sea cucumber *Apostichopus japonicus* [J]. Aquaculture, 2009, 287(1/2): 18-27.
- [13] 骆艺文,郝志凯,王印庚,等. 一株引起刺参“腐皮综合征”的腊样芽孢杆菌[J]. 水产科技情报, 2009,36(2): 60-62.
- [14] Deng H, Zhou Z C, Wang N B, et al. The syndrome of sea cucumber (*Apostichopus japonicus*) infected by virus and bacteria[J]. Virologica Sinica, 2008,23(1): 63-67.
- [15] 邓欢,隋锡林. 刺参育苗期常见流行病[J]. 水产科学, 2004,23(3):40.
- [16] 张春云,陈国福,徐仲,等. 养殖刺参附着期“化板症”病原菌的分离鉴定及来源分析[J]. 微生物学报, 2009,49(5):631-637.
- [17] 王印庚,孙素凤,荣小军. 仿刺参幼体烂胃病及其致病原鉴定[J]. 中国水产科学, 2006,13(6):908-916.
- [18] Wang Y G, Zhang C Y, Rong X J, et al. Diseases of cultured sea cucumber *Apostichopus japonicus* in China [G]//Lovatelli A, Conand C, Purcell S, et al. Advances in sea cucumber aquaculture and management. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2004:297-310.
- [19] 于东祥,孙慧玲,陈四清,等. 海参健康养殖技术[M]. 北京:海洋出版社, 2005.
- [20] 邓欢,隋锡林,陈倏,等. 大连地区越冬期刺参一种新病症[J]. 水产科学, 2005,24(2):40-41.
- [21] 马悦欣,徐高蓉,张恩鹏,等. 仿刺参幼参急性口围肿胀症的细菌性病原[J]. 水产学报, 2006,30(3):377-382.
- [22] 王品虹,常亚青,徐高蓉,等. 刺参一种囊膜病毒的分离及超微结构观察[J]. 中国水产科学, 2005,12(6): 766-771.
- [23] Wang P H, Chang Y Q, Yu J H, et al. Acute peristome edema disease in juvenile and adult sea cucumbers *Apostichopus japonicus* (Selenka) reared in North China[J]. Journal of Invertebrate Pathology, 2007, 96(1):11-17.
- [24] 宋坚,王品虹,李春艳,等. 仿刺参稚参“脱板病”超微病理的研究[J]. 大连水产学院学报, 2007,22(3):221-225.
- [25] 邓欢,周遵春,韩家波. “胃萎缩症”仿刺参幼体及亲参组织中病毒观察[J]. 水产学报, 2008,32(2):315-320.
- [26] Jangoux M. Diseases of Echinodermata [G]//Kinne O. Disease of Marine Animals. Bio1: Anstalt Helgoland Hamburg, 1990:439-567.
- [27] 荣小军,廖梅杰,杨志,等. 国外海参寄生虫病研究概况[J]. 水产科技情报, 2009,36(1):30-33.
- [28] Eeckhaut I, Parmentier E, Becker P, et al. Parasites and biotic diseases in field and cultivated sea cucumbers [G]//Lovatelli A, Conand C, Purcell S, et al. Advances in sea cucumber aquaculture and management. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2004:311-325.
- [29] Barel C D, Kranler P G. A survey of the echinoderm associates of the North-east Atlantic area[J]. Zoologische Verhandelingen, 1977(156):113-117.
- [30] 战文斌,俞开康. 海参和海胆的疾病[J]. 海洋湖沼通报, 1993,14(1):96-102.
- [31] Djakonov M D. *Diplodina gonadipertha* n. sp. a new neogamus gregarine, parasite of the gonads of *Cucumaria frondosa* (Gunn.) [J]. Russkij Arkhiv Protistologie, 1923,17(2):127-147.
- [32] Massin C, Jangoux M, Sibuet M. Description d'*Ixoreis psychropotae*, nov. gen., nov. spec. coccidie parasite du tube digestif del' holothurie abyssale *Psychropotes longicauda* [J]. Théel Protistologica, 1978,14(3):253-259.
- [33] Jangoux M. Diseases of Echinodermata [J]. Diseases of Aquatic Organisms, 1984,37(1/4):207-216.
- [34] Martin D, Britayev A. Symbiotic polychaetes: A review of known species. Oceanography and Marine Biology [J]. An Annual Review, 1998,36(2):217-340.
- [35] Heding S G, Mandahl-Barth G. Investigations on the anatomy and systematic position of the parasitic snail

- Entocolax*[J]. Voigtlaender Meddr Groenland, 1938, 108(5):1-40.
- [36] Gomes da Silva, S. Particularites de la biologic de deux coepodes symbiotiques holothuries; *Synaptiphilus luteus* Canu et Cnenot, 1892 et *Allantogynus delamarei* Changeux, 1958 [D]. Universite Libre de Bruxelles. Master thesis, 2001.
- [37] Hamel J F, Ng P K L, Mercier A. Life cycle of the pea crab, *Pinnotheres halingi*, sp. Nov., and obligate symbiont of the sea cucumber *Holothuria scabra* Jaeger [J]. Ophelia, 1999, 50(3):149-175.
- [38] 刘晓云, 范瑞青, 谭金山, 等. 纤毛虫与养殖刺参的“腐皮综合症”[J]. 电子显微学报, 2005, 24(4):428.
- [39] Long H, Song W, Chen J, et al. Studies on an endoparasitic ciliate *Boveria labialis* (Protozoa: Ciliophora) from the sea cucumber, *Apostichopus japonicus* [J]. Journal of Marine Biological Association UK, 2006, 86(4):823-828.
- [40] 张春云. 养殖刺参主要细菌性疾病的病原学研究[D]. 青岛:中国海洋大学, 2004.
- [41] 常亚青, 隋锡林, 李俊. 刺参增养殖业现状、存在问题与展望[J]. 水产科学, 2006, 25(4):198-201.
- [42] 邹积波, 高广斌, 姜洪亮, 等. 分析刺参养殖发病原因、研讨对策, 走可持续发展之路[J]. 水产科学, 2006, 25(1):53-54.
- [43] 谢建军, 王印庚, 张正, 等. 养殖刺参腐皮综合症两种致病菌(Dot-ELISA)快速检测[J]. 海洋科学, 2007, 31(8):59-64.
- [44] 张凤萍, 王印庚, 李胜忠, 等. 应用 PCR 方法检测刺参腐皮综合症病原—灿烂弧菌[J]. 海洋水产研究, 2008, 29(5):100-106.
- [45] 王印庚, 张凤萍, 李胜忠, 等. 刺参腐皮综合症病原灿烂弧菌检测探针的制备及应用[J]. 水产学报, 2009, 33(1):119-125.
- [46] 刘云, 孔伟丽, 姜国良, 等. 2种免疫多糖对刺参组织主要免疫酶活性的影响[J]. 中国水产科学, 2008, 15(5):787-793.
- [47] Sun Y X, Jin L J, Wang T T, et al. Polysaccharides from *Astragalus membranaceus* promote phagocytosis and superoxide anion (O_2^-) production by coelomocytes from sea cucumber *Apostichopus japonicus* in vitro [J]. Comparative Biochemistry and Physiology (Part C), 2008, 147(3):293-298.
- [48] 马跃华, 胡守义. 免疫多糖投喂海参幼体试验[J]. 河北渔业, 2006, 34(7):22-23.
- [49] 孟庆大, 杨海燕, 付本懂, 等. 中草药免疫增强剂在刺参养殖中的应用研究[J]. 中兽医医药杂志, 2008(2):38-39.
- [50] 熊川南, 李伟, 白雪芳, 等. 凝集素作为海参免疫增强剂在人工养殖海参中的应用[J]. 饲料工业, 2005, 26(18):30-32.
- [51] Wang K L, Liu Z R, Xu Y P, et al. Effect of L-ascorbic acid as immunity enhancer for juvenile sea cucumber, *Apostichopus japonicus*[J]. Journal of Biotechnology, 2008, 136(Suppl):548-557.
- [52] 周晓苏, 王印庚, 荣小军, 等. 注射一株灭活气单胞菌苗对刺参部分免疫因子的影响[J]. 中国水产科学, 2009, 16(1):82-88.

Advances in Siseases of Sea Cucumber *Apostichopus japonicus* -A review

ZHANG Chun-yun¹, CHEN Guo-fu¹, XU Zhong¹, YAN Pei-sheng¹, WANG Yin-geng²

(1. College of the Ocean, Harbin University of Technology, Weihai 264209, China; 2. Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao 266071, China)

Key words: sea cucumber; bacterium; virus; parasite; fungus; detection; prevention and treatment