·综 述·

对虾传染性皮下及造血组织坏死病毒(IHHNV)的流行病学与检测技术研究进展

杨 冰[1,2],宋晓玲[2],黄 倢[2],雷质文[3]

(1. 中国海洋大学 海水养殖教育部重点实验室,山东 青岛 266003; 2. 中国水产科学研究院 黄海水产研究所,山东 青岛 266071; 3. 青岛出入境检验检疫局,山东 青岛 266002)

摘要:对虾传染性皮下及造血组织坏死病(IHHN)是国际兽疫局(OIE)划定的甲壳类其他重要疾病之一,它分布广泛,危害严重,对世界对虾养殖业的发展影响重大。随着国际贸易的不断发展,区域间个体的流动有可能造成该病病毒传播。有迹象表明,近几年来中国养殖对虾中已发现IHHNV,且呈流行趋势。目前,国际上已建立起多种标准检测方法以监控疾病的流行。本文就该病毒的病毒特性、感染宿主、传播途径、地理分布及诊断技术等方面的研究现状作一综述,旨为对虾病毒性流行病学调查及疾病监控提供参考。

关键词:传染性皮下及造血组织坏死病毒(IHHNV);对虾;检测方法

中图分类号:S945.1 **文献标识码**:A **文章编号**:1005-8737-(2005)04-0519-06

对虾传染性皮下及造血组织坏死病(Infectious hypodermal & haematopoietic necrosis, IHHN)也称慢性矮小残缺综合症(runt-deformity syndrome, RDS),1981年在美国夏威夷地区养殖细角滨对虾(*Litopenaeus stylirostris*)中首次发现[1]。该病可感染世界各地养殖对虾,死亡率高达90%。国际兽疫局(Office international des épizooties, OIE, 2003)水生动物疾病诊断手册中将该病定为须向其申报的甲壳类其他重要疾病之一[1)]。

该病的病原为对虾传染性皮下及造血组织坏死病毒(IHHNV),对细角滨对虾有较高致病性和死亡率,对凡纳滨对虾(*Litopenaeus vannamei*)可导致慢性矮小残缺综合症(runt-deformity syndrome, RDS)[2-3]。Lightner等[4]研究发现,感染IHHNV或患病后存活下来的细角滨对虾和凡纳滨对虾会终生带毒,并可通过垂直和水平传播方式将病毒传给下一代和其他种群。

随着中国对虾养殖新品种的引进,凡纳滨对虾以其盐度适应范围广、生长速度快、抗病力强等优点而成为国内主要的对虾养殖品种。种苗及亲虾的大量引进增加了疾病传入的机会,有报道在中国部分对虾养殖区发现该病毒,且造成了一定经济损失。有关该病毒的研究国外起步较早,工作较深入,而中国相关报道甚少,本研究就该病的流行及检测技术等方面作一概述,以期为国内的流行病学调查及疾病监控提供参考。

1 特性及分类地位

IHHNV是已知对虾病毒中最小的病毒,病毒粒子直径为22 nm,无囊膜二十面体,线性单链DNA,长度为4.1 kb[5-6],核衣壳蛋白至少由4个分子量分别为74 kD、47 kD、39 kD、37.5 kD的多肽组成,根据其形态学及生物化学等特性被分类为细小病毒科(family Parvoviridae)[5]。IHHNV全基因序列已测出[5-8],GenBank序列号为AF218266,序列全长4 075 bp。Nunan等[7]和Shike等[8]研究全基因序列3 873 bp,基因组中AT含量56.96%,GC含量43.04%,与蚊*Brevidensoviruses*基因组相似,具有较高的胸腺嘧啶脱氧核苷含量。共有3个开放阅读框(Open Reading Frame, ORF),ORF1占全基因组

收稿日期:2004-08-31; 修订日期:2004-11-29.
基金项目:国家重点基础研究项目课题(G1999012002);人事部留学回国人员科技活动资助经费课题;山东省出入境检验检疫局课题资助项目(SK200228-2).
作者简介:杨 冰(1975-),女,硕士,主要从事水产养殖动物疾病学研究. E-mail:yangbhappy@yahoo.com.cn
通讯作者:黄 倢. E-mail: aqudis2000@ysfri.ac.cn
1) OIE diagnostic manual for aquatic animal diseases(3rd edition)[M]. Office International des Epizooties Paris France, 2003, 214-226.

PDF 文件使用 "pdfFactory Pro" 试用版本创建 www.fineprint.com.cn

的50%，编码666个氨基酸多肽(75.77 kD)，依据IHHNV与蚊Brevidensoviruses在基因组结构上的相关性其被确认为非结构蛋白1(NS-1)。ORF2起始于ORF1上游第56个核苷酸，与ORF1重叠，编码343个氨基酸多肽(42.11 kD)，可能为非结构蛋白2(NS-2)。ORF3的5'末端也与ORF1的3'末端重叠，编码329个氨基酸多肽(42.11 kD)，为结构蛋白，功能尚不清楚。Shike等[8]自感染IHHNV的野生细角滨对虾中分离出病毒，分析比较了GenBank序列号为AF218266的全基因序列，发现该序列与Shike的序列有显著的差异，前者有较少的末端发夹结构，但有77个核苷酸末端重复序列(位于1～77和3999～4075)，5'端非编码区有165个核苷酸串联重复序列(位于364～528和529～693)，多样单核苷酸替代子散布于基因组中，6个这样的替代子位于ORF1导致非结构蛋白1(NS-1)6个氨基酸发生变化，然而3个替代子位于ORF3会诱导结构蛋白3个氨基酸发生变化，是否这些替代子反映出不同作者分离的病毒存在不同的致病性还没有被确认。由于该病毒首先在美国细角滨对虾中被发现且该病毒与细小病毒科Brevidensovirus属的浓核病毒(densoviruses)有相关性，因此作者建议将IHHNV更名为*P. stylirostris* Densoviruse即*P. stylirostris* DNV (PstDNV)。

2 感染宿主及传播途径

IHHNV在自然状态下可感染细角滨对虾、凡纳滨对虾、西方对虾(*Litopenaeus occidentalis*)、加州对虾(*Farfantepenaeus californiensis*)、斑节对虾(*Penaeus monodon*)、短沟对虾(*Penaeus semisulcatus*)和日本囊对虾(*Marsupenaeus japonicus*)。白对虾(*Litopenaeus setiferus*)、桃红对虾(*Farfantepenaeus duorarum*)和褐对虾(*Farfantepenaeus aztecus*)可被人工感染。IHHNV对细角滨对虾有较高致病性和死亡率(90%)，对凡纳滨对虾可导致慢性矮小残缺综合症[2-3]。Lightner等[4]研究发现，感染IHHNV或患病后存活下来的细角滨对虾和凡纳滨对虾会终生带毒，并可通过垂直和水平传播方式把病毒传给下一代和其他种群；也有报道养殖的中国明对虾(*Fenneropenaeus chinensis*)携带病毒[9]，且通过电子显微镜可观察到受精卵细胞内感染上IHHNV[10]。研究证明，IHHNV可以引起细角滨对虾、凡纳滨对虾和斑节对虾发病，在天然或人工条件下能感染其他对虾品种，但并不引起这些对虾患病[11-14] 1)。目前尚未见有关该病毒感染虾类以外其他生物的报道。

养殖水体中养殖密度过大和水质恶化包括低溶氧、高水温、高氨氮、高硝酸盐等条件会激发低水平感染IHHNV的对虾表现出症状，并使病原由携带者传播给健康虾，导致疾病的流行及感染程度的加重[13,15]。

IHHNV主要感染源于外胚层的器官(中枢神经、神经索、表皮、前肠和后肠上皮)和中胚层的器官(淋巴器官、造血组织、结缔组织、触角腺和性腺)组织细胞，但很少感染中肠、中肠盲囊和肝胰腺等源于内胚层的组织[4,13]。

3 地理分布与致病性

从秘鲁到墨西哥的野生对虾中均发现有IHHNV[7,16-20]，太平洋岛屿包括夏威夷群岛、法属波利尼西亚、关岛和新卡里多尼亚养殖对虾中也发现有IHHNV感染。IHHNV还可感染东亚、东南亚和中东地区的养殖对虾和野生虾[13]。澳大利亚报道了一种类似IHHNV的病毒[21]，此病毒与IHHNV探针BS4.5不发生反应，所以与在东亚和美洲广泛分布且与探针BS4.5发生反应的IHHNV毒株之间没有相关性[13]。有关该病毒在印度洋及太平洋地区的分布目前尚不清楚，在中国的流行情况报道亦较少。有学者通过电镜观察在中国对虾卵巢和受精卵中发现有IHHNV病毒粒子，推断IHHNV极有可能通过垂直传播传给下一代种群[9-10]。

近来研究表明，在亚洲不同地区分离到的IHHNV毒株间基因序列及致病性方面存在差异性[22]。有关不同地域IHHNV分离株之间病毒基因组序列多样性的报道较少，Tang和Lightner[23]对1982～1997年间美国地区收集的14个不同的IHHNV分离株进行序列比对，结果显示，在西半球从受感染的细角滨对虾及凡纳滨对虾中分离的IHHNV基因组非常一致，只有少于0.5%的核酸差异。Tang[24]对从东南亚地区菲律宾、泰国和台湾，非洲地区坦桑尼亚、马达加斯加岛和毛里求斯及美国夏威夷地区的14个IHHNV分离株进行了基因序列及致病性研

1) Brock J A, Main K. A Guide to the Common Problems and Diseases of cultured *Penaeus vannamei*[M]. Honolulu: Oceanic Institute, 1994. 241

PDF 文件使用 "pdfFactory Pro" 试用版本创建 www.fineprint.com.cn

究,基因序列比对结果表明,菲律宾分离株与夏威夷分离株有99.8%的一致性,泰国分离株与夏威夷分离株有96.2%的一致性;而坦桑尼亚和马达加斯加分离株与夏威夷地区分离株分别有8.2%和14.1%的较大差异。这也同时支持了Lightner[26]有关在夏威夷地区首次发现的IHHNV源于菲律宾的推论。实验室人工感染实验表明,对其致病性研究的结果表明菲律宾和泰国分离株可以感染细角滨对虾并不会引起死亡,而马达加斯加分离株不能感染细角滨对虾。但近年来随着大量凡纳滨对虾亲虾及种苗的引进,将会给中国对虾养殖疾病控制造成潜在威胁。

Tang[25]用IHHNV感染健康细角滨对虾稚虾实验组和对照组,2 d后用白斑综合征病毒(WSSV)对实验组作二次攻毒试验,5 d后实验组动物存活率为31%和44%,而未经IHHNV做第一次攻毒的对照组全部死亡,经原位杂交检测发现实验组存活动物有严重的IHHNV感染,说明IHHNV感染对虾对WSSV有抗性,其细胞作用机制尚不清楚,可能细胞的WSSV病毒受体已被封闭,这种相互抑制的细胞机制作用可提供给研究者们针对WSSV疾病防控的新思路。

4　诊断方法

对虾疾病诊断方法包括常规组织学方法、指示生物方法、单克隆抗体间接荧光法、酶联免疫吸附试验、Weston bolt及分子生物学诊断技术等。针对IHHNV,不同检测对象使用不同检测方法的实用性灵敏度如表1所示1)。

4.1　常规诊断技术

4.1.1　根据确诊临床症状　患有急性IHHNV病的细角滨对虾摄食明显减少,外表及行为表现异常,患病对虾个体在养殖池中缓缓上升到水面,静止后翻转继而又缓慢沉到水底,腹部向上,这种行为在几小时内不断重复,直到被其他健康对虾攻击并吞食。感染期的细角滨对虾表皮上皮,特别是腹部背板接合处经常出现白色或浅黄色的斑点(此种斑点的形状及出现部位不同于对虾白斑综合征的特征白斑),使对虾看上去体色斑驳。继而这种斑点会逐渐消褪。同时,感染了IHHNV的细角滨对虾和斑节对虾在濒死时体色常偏蓝,腹部肌肉不透明[12-14]。

凡纳滨对虾感染IHHNV后表现为慢性矮小残缺综合症。也有养殖的细角滨对虾患有慢性矮小残缺综合症的报道。稚虾或大一些的凡纳滨对虾患慢性矮小残缺综合症的严重程度及流行与幼体或仔虾阶段的早期感染有关。患病稚虾表现额角弯曲、变形,触角鞭毛皱起,表皮粗糙或残缺。患RDS的稚虾大小差异很大,且一般比正常的对虾短小。凡纳滨对虾和细角滨对虾的稚虾如没有感染IHHNV且

表1　IHHNV的监测、检测及诊断方法1)

Tab.1　IHHNV surveillance, detection and diagnostic methods1)

检测方法 Method	检测对象 Screed object				初步诊断 Presumptive	确诊 Confirmatory
	幼体 Larvae	仔虾 PLs	稚虾 Juveniles	成虾 Adults		
临床症状 Gross signs	-	-	-	-	+	-
压片显微镜检 Direct BF/LM	-	-	-	-	-	-
组织病理学 Histopathology	-	-	-	-	++	++
指示生物检测 Bioassay	-	-	-	-	+	+
透射电镜 Transmission EM	-	-	-	-	+	+
抗体技术 Antibody-based methods	-	-	-	-	+	-
DNA探针/斑点杂交 DNA probes-dot blot	-	++	++	++	++	++
DNA探针/原位杂交 DNA probes - *in situ*	-	+++	+++	+++	+++	+++
PCR检测 PCR	+	+++	+++	+++	+++	+++

注:"-"表示目前这种方法不适用或不合适;"+"表示该方法在某些情况下可以使用,但因成本、准确性或其他因素严重限制了它的适用性;"++"表示该方法是标准方法,有较高的灵敏度和特异性;"+++"表示推荐使用的方法,该方法可靠、有效,具有较高的灵敏度及特异性.

Note:"-" the method is presently unavailable or unsuitable;"+" the method has application in some situations, but cost, accuracy, or other factors severely limits application of the method;"++" the method is a standard method with good diagnostic sensitivity and specificity; and "+++" the method is the recommended method for reasons of availability, utility, and diagnostic specificity and sensitivity.

1) OIE diagnostic manual for aquatic animal diseases(3rd edition)[M]. Office International des Epizooties Paris France, 2003, 214-226.

PDF 文件使用 "pdfFactory Pro" 试用版本创建 www.fineprint.com.cn

没表现 RDS，其患 RDS 的种群变异系数 CV 等于标准偏差与一个种群内不同组别大小的平均数的比值，通常只有 10%～30%，而感染患病的对虾 CV 通常大于 30%，有时甚至会接近 90%[4,13,15,27-29]。

4.1.2　组织学方法　直接光镜镜检法在 IHHNV 疾病诊断中不适用；HE 染色在组织学和病理学中是一种常规染色方法[30]。苏木精和伊红与组织细胞的不同组分结合，使细胞核、细胞质和细胞内其他结构产生反差明显的蓝紫色和红色，根据疾病的特征性组织结构病理变化进行诊断。但该法耗时较长、操作繁琐，在实用性上存在很大缺陷。另外，IHHNV 在靶组织中会形成典型的 Cowdry A 型细胞核内包涵体，包涵体嗜伊红，边缘常出现光环，带包涵体的细胞核肥大、染色质边缘分布[31]。IHHNV 包涵体容易同 WSSV 的核内包涵体混淆，但原位杂交可以对其感染作出明确诊断。

4.1.3　指示生物诊断法　指示生物诊断法利用无特定病原的易感种群作为病毒感染的指示生物，通过口服或注射的方式对怀疑感染病毒的动物进行监测。Lightner[31]将健康细角滨对虾作为指示生物，用怀疑感染 IHHNV 的细角滨对虾和凡纳滨对虾口服感染指示生物，经组织学诊断指示生物被感染了 IHHNV，此方法历时较长，且成本较高。

4.1.4　透射电镜技术　透射电镜技术是病毒学研究中不可缺少的常规技术，通过电子显微镜可观察到病毒的微观结构。Bonami 等[5]首先利用电镜观察到 IHHNV，病毒粒子大小为 22 nm，无囊膜二十面体，是已知对虾病毒中最小的病毒。

4.2　分子生物学诊断技术

分子生物学诊断技术在水产养殖疾病防治中的应用正迅速地发展[32]。经典的疾病诊断方法对病毒感染初期及尚无临床表现的个体难以判断，基因探针和 PCR 技术有更高的诊断灵敏度，且能在不杀死昂贵亲虾的情况下进行检测。斑点杂交检测法和原位杂交检测法所用的非放射性地高辛标记的 IHHNV DNA 探针在美国已商品化－ShrimProbe™试剂盒。Carr[33]等用此探针进行 SPF 对虾筛选。原位杂交可完整的保持组织与细胞的形态，能在复杂的组织中针对单一细胞进行病毒检测，准确地反映出组织细胞中浸染病毒情况，及其病毒的分布。国内近期也已建立了上述检测方法[34]。PCR 方法因其敏感度高、特异性强、技术操作简易，而被广泛应用于动物及医学病毒诊断。国外应用 PCR 技术对 IHHNV 的研究较多，并应用定量 PCR 从感染 IHHNV 后 31 d 的细角滨对虾中检测出 10^8 的病毒拷贝[35]。国内刘莊等[36]使用世界动物卫生组织(OIE)出版的"水生动物健康法典(第三版)"(2000)中介绍的 IHHNV 特异性引物，用 RT－PCR 检测技术作为该病毒的诊断手段。杨冰等[34]所建立的 PCR 方法检测 IHHNV 的灵敏度可达到 19.85 fg。

5　疾病防治

IHHNV 病毒 2001 年就开始在中国养殖的凡纳滨对虾中普遍流行1)。作者认为，近年来中国部分地区凡纳滨对虾的养殖周期延长，规格参差不齐，并非多数专家认为近亲繁育和种质退化所致，而是由于 IHHNV 感染所致。2001～2003 年中国自行繁育的经过检验未被 IHHNV 感染的虾群，其生长速度仍然保持着与 1998～1999 年首次进行集约化养殖时的生长速度，可见，要保持凡纳滨对虾养殖的正常生长速度和整齐规格的关键是要保证放养的种苗不被 IHHNV 感染。

繁育 SPF 对虾，需对该种对虾特定病原进行深入了解并具备检测、监控的技术手段，同时要掌握该物种整个生活史及特定病原 IHHNV 传染途径和环节的详细资料，从而采取针对性的病原监控和隔离屏障系统来进行 SPF 对虾种群的选育和繁育。由于不同地域养殖环境中的病原不同，因此，凡纳滨对虾的 SPF 种苗繁育应结合中国养殖对虾的病原流行情况进行，同时借鉴国外的先进经验和技术，建立在对虾流行病疫区培育 SPF 对虾苗种的技术体系和工程模式。

目前，病毒性疾病尚缺乏治疗药物，只能以预防为主。应根据养殖水源和处理水源方式的具体情况，采取有效安全措施预防水源传染病害生物。

参考文献：

[1] Lightner D V, Redman R M, Bell T A. Infectious hypodermal and hematopoietic necrosis, a newly recognized virus disease of penaeid shrimp[J]. Invertebrate Pathology, 1983, 42:62－70.

[2] Kalagayan H, Godin D, Kanna R. IHHN virus as an etiological

1)胡超群，沈　琪，任春华，等. 凡纳滨对虾种苗工程与集约化防病养殖模式[C] 第四届世界华人虾类养殖研讨会论文摘要汇编，2004，23－31.

PDF 文件使用 "pdfFactory Pro" 试用版本创建 www.fineprint.com.cn

factor in runt-deformity syndrome (RDS) of juvenile *Penaeus vannamei* cultured in Hawaii[J]. World Aquaculture Society, 1991, 22(4): 235-243.

[3] Lightner D V, Redman R M, Mohney L L. A review of some major diseases of economic significance in penaeid prawns/shrimps of the Americas and Indopacific[A]. Diseases in Asian Aquaculture-Fish Health Section[R]. Asian Fisheries Society, 1992. 57-80.

[4] Lightner D V. A handbook of shrimp pathology and diagnostic procedures of diseases of cultured penaeid shrimp[M]. Baton Rouge: World Aquaculture Society. 1996a. 304.

[5] Bonami J R, Trumper B, Mari J, et al. Purification and characterization of the infectious hypodermal and haematopoietic necrosis virus of penaeid shrimps[J]. J Gen Virol, 1990, 71: 2657-2664.

[6] Mari J, Bonami J R, Lightner D V. Partial cloning of the genome of infectious hypodermal and haematopoietic necrosis virus, an unusual parvovirus pathogenic for penaeid shrimps: diagnosis of the disease using a specific probe[J]. J Gen Virol, 1993, 74: 2637-2643.

[7] Nunan L M, Poulos B T, Lightner D V. Use of polymerase chain reaction for detection of infectious hypodermal and hematopoietic necrosis virus in penaeid shrimp[J]. Mar Biotechnol, 2000, 2: 319-328.

[8] Shike H, Dhar A K, Burns J C. Infectious hypodermal and hematopoietic necrosis virus of shrimp is related to mosquito brevidensoviruses[J]. Virology, 2000, 277: 167-177.

[9] Sun X Q, Zhang J X. A study on pathogens of Chinese prawn virus disease [J]. Chin Oceanol Limnol, 1995, 13(3): 284-288.

[10] 张进兴, 孙修勤. 中国对虾卵细胞中病毒的初步研究[J]. 黄渤海海洋, 1997, 15(1): 48-50.

[11] Brock J A, Lightner D V. Diseases of crustacea. Diseases caused by microorganisms[A]. Diseases of Marine Animals[R]. Vol. III, Helgoland, Hamburg: Biologische Anstalt. 1990. 245-349.

[12] Lightner D V. Diseases of cultured penaeid shrimp and prawns [A]. Disease diagnosis and control in North American Marine Aquaculture[C]. Amsterdam: Elsevier, 1998. 8-127.

[13] Lightner D V. The penaeid shrimp viruses IHHNV and TSV: epizootiology, production impacts and role of international trade in their distribution in the Americas[J]. Rev Sci Tech Off Int Epiz, 1996b, 15: 579-601.

[14] Lightner D V, Mohney L L, Williams R R, et al. Glycerol tolerance of IHHN virus of penaeid shrimp[J]. J World Aquaculture Soc, 1987, 18: 196-197.

[15] Browdy C L, Holloway J D, King C O, et al. IHHN virus and intensive culture of *Penaeus vannamei*: effects of stocking density and water exchange rates[J]. J Crustacean Biol, 1993, 13: 87-94.

[16] Bell T A, Lightner D V. IHHN virus: Infectivity and pathogenicity studies in *Penaeus stylirostris* and *Penaeus vannamei*[J]. Aquaculture, 1984, 38: 185-194.

[17] Bell T A, Lightner D V. IHHN disease of *Penaeus stylirostris*: effects of shrimp size on disease expression[J]. J Fish Dis, 1987, 10: 165-170.

[18] Bell T A, Lightner D V, Brock J A. A biopsy procedure for the non-destructive determination of IHHN virus infection in *Penaeus vannamei*[J]. J Aquat Anim Health, 1990(2): 151-153.

[19] Pantoja C R, Lightner D V, Holtschmit K H. Prevalence and geographic distribution of IHHN parvovirus in wild penaeid shrimp (Crustacea: Decapoda) from the Gulf of California, Mexico[J]. J Aquat Anim Health, 1999 (11): 23-34.

[20] Tang K F J, Durand S V, White B L, et al. Postlarvae and juveniles of a selected line of *Penaeus stylirostris* are resistant to infectious hypodermal and hematopoietic necrosis virus infection[J]. Aquaculture, 2000, 190: 203-210.

[21] Owens L, Anderson I G, Kenway M, et al. Infectious hypodermal and hematopoietic necrosis virus (IHHNV) in a hybrid penaeid prawn from tropical Australia[J]. Dis Aquat Org, 1992, 14: 219-228.

[22] Tang K F J, Lightner D V. High genetic variation among isolates of infectious hypodermal and hematopoietic necrosis virus (IHHNV) collected from southeast Asia, Madagascar and east Africa. Book of Abstracts, Aquaculture America [A]. Baton Rouge: World Aquaculture Society, LA, USA. 2002, 328.

[23] Tang K F J, Lightner D V. Low sequence variation among isolates of infectious hypodermal and hematopoietic necrosis virus (IHHNV) originating from Hawaii and Americas[J]. Dis Aquat Org, 2002b, 49: 93-97.

[24] Tang K F J, Poulos J W, Redman R M, et al. Geographic variations among infectious hypodermal and hematopoietic necrosis virus (IHHNV) isolates and characteristics of their infection[J]. Dis Aquat Org, 2003a, 53: 91-99.

[25] Tang K F J, Durand S V, White B L, et al. Induced resistance to white spot syndrome virus infection in *Penaeus stylirostris* through pre-infection with infectious hypodermal and hematopoietic necrosis virus-a preliminary study[J]. Aquaculture, 2003b, 216: 19-29.

[26] Lightner D V. The penaeid shrimp viruses TSV, IHHNV, WSSV, and YHV: current status in the Americas, available diagnostic methods, and management strategies [J]. J Appl Aquacult, 1999, 9: 27-52.

[27] Bray W A, Lawrence A L, Leung-Trujillo J R. The effect of salinity on growth and survival of *Penaeus vannamei*, with observations on the interaction of IHHN virus and salinity[J]. Aquaculture, 1994, 122: 133-146.

[28] Castille F L, Samocha T M, Lawrence A L, et al. Variability in growth and survival of early postlarval shrimp (*Penaeus vannamei* Boone 1931)[J]. Aquaculture, 1993, 113: 65-81.

[29] Lightner D V. Diseases of Cultured Penaeid Shrimp. pp. *In*: CRC Handbook of Mariculture. Vol. 1. Crustacean Aquaculture

PDF 文件使用 "pdfFactory Pro" 试用版本创建 www.fineprint.com.cn

[M]. Boca Raton: CRC Press, 1983c. 289－320.
[30] Luna L G. Manual for histologic staining method of the Armed Forces Institute of Pathology. 3rd edition[M]. New York: McGraw-Hill, 1968.
[31] Lightner D V, Redman R M, Bell T A, et al. Detection of IHHN virus in *Penaeus stylirostris* and *P. vannamei* imported into Hawaii[J]. J World Maricul Soc, 1983b, 14:212－225.
[32] Lightner D V, Poulos B T, Bruce L, et al. Development and application of genomic probes for use as diagnostic and research reagents for the Penaeid shrimp parvoviruses IHHNV and HPV and BP[A]. USMSFP 10th Anniversary Review, GCRL, Special Publication, USA. 1994, 1:59－85.
[33] Carr W H, Sweeney J N, Nunan L, et al. The use of an infectious hypodermal and hematopoietic necrosis virus gene probe serodiagnostic field kit for the screening of candidate specific pathogen-free *Penaeus vannamei* broodstock[J]. Aquaculture, 1996, 147:1－8.
[34] 杨 冰,黄 倢,宋晓玲,等. PCR法制备地高辛标记DNA探针斑点杂交检测对虾传染性皮下及造血组织坏死病毒(IHHNV)[J]. 中国水产科学, 2004, 11(2):95－98.
[35] Tang K F J, Lightner D V. Detection and quantification of infectious hypodermal and hematopoietic necrosis virus in penaeid shrimp by real－time PCR[J]. Diseases of Aquatic Organisms, 2001, 44:79－85.
[36] 刘 庄,高隆英,史秀杰,等. 用逆转录多重聚合酶链式反应从凡纳对虾中检出传染性皮下组织和造血器官坏死病毒[J]. 水产学报, 2002, 26(2):185－188.

Epidemiology and diagnosis of disease by infectious hypodermal and hematopoietic necrosis virus (IHHNV)—A Review

YANG Bing[1,2], SONG Xiao-ling[2], HUANG Jie[2], LEI Zhi-wen[3]
(1. Key Laboratory for Mariculture, Ministry of Education, Ocean University of China, Qingdao 266003, China; 2. Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao 266071, China; 3. Qingdao Entry-exit Inspection and Quarantine Bureau of P. R. China, Qingdao 266002, China)

Abstract: Infectious hypodermal and hematopoietic necrosis virus (IHHNV) is one of the pathogens causing shrimp viral diseases and was listed by OIE (Office international des épizooties) manual as the other significant diseases of crustaceans. Infectious hypodermal and hematopoietic necrosis (IHHN disease) was demonstrated to cause acute epizootics and mass mortality (up to 90%) in infected *Litopenaeus stylirostris*. IHHNV infection results in a disease called "runt-deformity syndrome" or RDS. It has a world-wide distribution among cultured penaeid shrimp. Since 2001, there have been evidences of infectious hypodermal and hematopoietic necrosis virus in *Litopenaeus vannamei* cultured in China. With the imported stocks and postlarvae of the shrimps from the countries which have the relative groups of the penaeid shrimp into China, it is important firstly to screen out IHHNV free populations. There have been many surveillance, detection and diagnostic methods established in the world since last century. In this paper, a general introduction of the geographic range, host range, clinical signs of diagnostic significance and the diagnostic procedures of IHHN were given. With the development of advanced diagnostic method, it is possible to manage the disease.

Key words: infectious hypodermal and hematopoietic necrosis virus (IHHNV); shrimp; detection

Corresponding author: HUANG Jie. E-mail: aqudis2000@ysfri.ac.cn

PDF 文件使用 "pdfFactory Pro" 试用版本创建 www.fineprint.com.cn