

8-14

20/69 (2)

第12卷第1期  
1997年3月中国病毒学  
VIROLOGICA SINICAVol. 12 No. 1  
Mar. 1997

## 对虾病毒病害的研究进展

高玮 张立人

(中国科学院武汉病毒研究所, 武汉 430071)

S947.26

S917.1

## Research Advances on Viruses and Viral Diseases of Penaeid Shrimp

Gao Wei Zhang Liren

(Wuhan Institute of Virology, Academia Sinica, Wuhan 430071)

关键词 对虾, 病毒与病毒病, 细胞培养, 检测与诊断, 养殖管理

Key words Penaeid shrimp, Virus and viral disease, Cell culture, Detection and diagnosis, Cultural management

随着对虾养殖业的发展,其病害亦日趋突出。对虾病原的研究,特别是病毒性病原的研究,是当前我国发展对虾养殖业的重要课题,它对虾病的防治与检测提供重要的科学依据。为此,我们对近十多年来已发表的有关对虾病毒方面研究的论文和资料作一概述,希望能对同行的研究工作有所裨益。

## 1 对虾病原的研究

## 1.1 国外已发现的对虾病毒种类

自1974年 Couch<sup>[1]</sup>报道了第一种对虾病毒以来,共发现了15种病毒或似病毒颗粒:对虾杆状病毒(BP)、对虾中肠腺坏死病毒(BMNV)、斑节对虾杆状病毒(MBV)、对虾传染性皮下与造血器官坏死病毒(IHHNV)、对虾肝胰腺细小病毒(HPV)、对虾呼肠孤样病毒(REO)、对虾弹状病毒(RV)<sup>[2]</sup>、黄头症杆状病毒(YBV)<sup>[3]</sup>、澳洲对虾杆状病毒(PBV)<sup>[4]</sup>、斑节对虾C型杆状病毒(TCBV)、类淋巴器官空泡化病毒(LOVV)<sup>[5]</sup>、类淋巴器官细小病毒(LOPV)<sup>[6]</sup>、类淋巴器官杆状病毒(LOBV)<sup>[7]</sup>、对虾血细胞杆状病毒(PHRV)<sup>[7]</sup>和对虾虹彩病毒(Iridovirus)<sup>[9]</sup>等。

前6种病毒发现较早,相对研究得详细一些。后9种发现较晚,其中后7种仅在光镜及电镜下进行了虾体内的组织学及形态学观察,而对其分离纯化及特性等研究,尚未见报道。

对虾弹状病毒(RV)<sup>[2]</sup>为Lu等人发现。他们用感染IHHNV的万氏对虾及蓝对虾的无细胞匀浆液感染鲤鱼上皮乳头状瘤细胞(EPC),发现了两种新的弹状病毒样颗粒,大小分为65~77 nm、115~138 nm, 65~77 nm、90~95 nm,可在EPC细胞中连续传代,认为是一种对虾弹状病毒。后来,他们比较系统地研究了该病毒的部分生物学特性、血清学性质、病毒结构蛋白及基因组分析<sup>[10]</sup>,制备了该病毒的单克隆抗体<sup>[11]</sup>,利用免疫荧光技术研究发现:在单周期

生长条件下,该病毒感染 EPC 细胞 3 h 后,即可检测出病毒抗原。

黄头症杆状病毒(YBV)<sup>[3]</sup>是近年来在泰国发现的引起斑节对虾大量死亡的主要病原,大小为 150~200 nm × 50~60 nm,其囊膜由三层单位膜组成;核酸为双链 DNA,分子量约为 20 kb,该病毒为一种无包涵体杆状病毒,感染率可达 100%,是迄今为止发现的毒力最强的对虾杆状病毒。目前,该病毒的检测主要是通过光镜及电镜的组织切片观察,以及通过血细胞染色快速诊断方法。

## 1.2 几种常见的对虾病毒

IHHNV、BP、HBV 是对虾病毒中研究较多的三种病毒,近几年其研究情况分述如下。

### 1.2.1 对虾传染性皮下与造血器官坏死病毒(IHHNV)

IHHNV 自 1983 年发现以来,对虾体的感病标志及组织病理诊断已进行了详细的研究,根据病毒的超微结构及组织化学特性,暂时将它归为小 RNA 病毒科。直到 1990 年, Bonami<sup>[12]</sup>等人改进了 IHHNV 的提纯方法,获得了足够数量的纯化病毒粒子,对其特性进行了比较详细的研究,发现纯化后的 IHHNV 为无包膜的正二十面体对称的球状颗粒,平均直径为 22 nm,基因组为单链 DNA,大小约 4.1 kb,病毒衣壳由 4 种结构蛋白组成,因此将它列入细小病毒科。这项研究推翻了 Lu<sup>[13]</sup>等人 1989 年的结论,认为他们所分离到的“病毒”颗粒的直径实际上只有 12 nm 左右,与对虾血淋巴中的血蓝蛋白的直径一致,而血蓝蛋白是一种糖蛋白,可与地衣酚呈阳性反应,从而制造了“病毒”RNA 与地衣酚反应呈阳性的假象,因此认为他们并没有真正分离到 IHHNV 的粒子。其后, Mari 等人将 IHHNV 的部分基因在 pUC18-DHS 系统中克隆,片段回收后用地高辛标记,建立了检测 IHHNV 基因组的核酸分子探针杂交方法。斑点杂交时可检出 0.1 pg 的 IHHNV-DNA;对切片组织进行原位杂交,不仅能在细胞水平上显示细胞质和细胞核内的含病毒区,而且还能识别出常规 H&E 染色无法证实的 IHHNV 的感染组织<sup>[14]</sup>。目前,该基因探针技术已进入商业化应用阶段。1994 年, Poulos<sup>[15]</sup>等人制备了该病毒的单克隆抗体,6 个细胞克隆株所产生的抗体均为 IgM 型,成功地建立了一种从病虾组织中检测 IHHNV 的间接 ELISA 方法,但新鲜对虾粗提液中含有非特异性反应物质,限制了 ELISA 方法的广泛应用。

其它方面, Owens 报道了在澳大利亚的一种杂交对虾中发现了 IHHNV,这是第一个在未进口过活体对虾的国家发现 IHHNV 的记录,说明 IHHNV 可能自然存在于澳大利亚、印度洋-西太平洋地区。Martinez-Cordova 在墨西哥西北部发现感染 IHHNV 的蓝对虾存活率很低,但少数活下来的蓝对虾却长得很好,提示蓝对虾对 IHHNV 的感染性可能存在个体差异。Browdy 等探索了万氏对虾饲养密度、换水率等因素与感染 IHHNV 的相关性,结果表明,溶氧量低、密度大、换水率低,则虾易发病,收获率低。这项研究对于对虾的养殖管理、避免 IHHNV 的感染,提供了一定的指导作用。

### 1.2.2 对虾杆状病毒(BP)

BP 发现不久, Summers(1977)报道了该病毒粒子的提纯方法。但在后来的十多年中,许多实验室重复 Summers 的方法而未能获得足够数量的纯化病毒粒子。直到 1991 年, Bruce<sup>[16]</sup>等改用 CsCl 代替蔗糖进行梯度离心,获得大量纯化的病毒粒子,该病毒的许多特性研究才得以进行。通过将含有 BP 的匀浆液样品进行 80℃ 水浴处理 30 min,成功地阻止了宿主细胞的有关酶对 BP-DNA 的降解;在 DNA 的提取过程中加入 CTAB/NaCl 溶液,除去了附在 DNA

上的粘多糖及其它碎片,使纯化的 DNA 能够被限制性内切酶消化。这项研究是对虾杆状病毒研究的一项重要进展。在此基础上, Bonami 等研究了 BP 基因组特性,并克隆了基因片段,制备了基因探针。Bruce 等建立了 BP 的固定组织原位杂交技术<sup>[17]</sup>,检测了靶器官<sup>[18]</sup>,结果表明, BP 的复制仅出现在肝胰腺及中肠的上皮细胞,而生殖系统中未检测出,证实了 BP 不能垂直传播。

其它方面, Krol 等在万氏对虾中发现了 BP 引入 REO 病毒的复合感染,两种病毒在同一组织,少数甚至在同一细胞内共存。Leblance 研究了不同年龄的万氏对虾与病毒感染率的相关性;干燥、pH、温度及紫外照射等因子对 BP 活性的影响,以及次氯酸钙对 BP 的灭活作用,为该病毒的防治提供了一定的依据。

### 1.2.3 斑节对虾杆状病毒(MBV)

1989年, Chen<sup>[19]</sup>等描述了类淋巴器官单层培养物对 MBV 的感病性,这是第一篇研究对虾病毒感染离体培养物的报道。1991年, Fegan 等利用光镜及电镜检查了 MBV 感染的雌虾卵细胞、成熟的卵及无节幼体,未发现病毒粒子,表明 MBV 不能通过虾卵传染。1992年, Vogt<sup>[20]</sup>对比研究了前中肠、肝胰腺中不同功能的三种细胞感染 MBV 后的病理变化,结果表明不同功能类型的细胞的病理变化不尽相同。1993年, Mari<sup>[21]</sup>分离纯化了该病毒粒子,初步研究了病毒的部分特性,建立了 DNA 内切酶图谱,将 BmHI 消化的片段在 pUC18-DH5 $\alpha$  系统中克隆。Chang<sup>[22]</sup>等则以昆虫病毒多角体蛋白基因为引物,利用 PCR 技术扩增了 MBV-DNA 片段,经地高辛标记后,建立了斑点杂交技术,用于 MBV 感染虾体的早期诊断。Chang<sup>[23]</sup>运用 ELISA 方法,使虾体内 MBV 的检出最早达到水蚤 I 期。

## 1.3 国内对虾病毒研究

国内对虾病毒研究起步较晚。1985年美国 Lightner 等人<sup>[24]</sup>在我国提供的病虾肝胰腺材料中,初步发现有对虾似细小病毒(HPV)的存在。其后,我国少数学者开展了对虾病毒病害的调查,并在所谓正常的仔虾和成虾体内发现有病毒的隐性感染,同时撰文指出了这种带毒现象的存在,在宿主细胞内处于早期阶段,故未造成发病大流行乃至死亡,对病毒的体内发生的形态学研究作了比较细致的观察和报告<sup>[25]</sup>。1993、1994年我国人工养殖对虾发生暴发性病毒病大流行,在辽宁、河北、山东、江苏、上海、浙江、福建、广东等地,均发现了对虾病毒,并认为这次大流行病毒病的病原为一种无包涵体杆状病毒<sup>[26-28]</sup>,该病毒可能是一种新病毒株。在整个对虾发病过程中细小病毒造成的危害也不容忽视<sup>[29]</sup>。

受感染的对虾种类有中国对虾、斑节对虾、日本对虾、长毛对虾等。在对虾中还初步报道了对虾病毒或似病毒颗粒有:对虾杆状病毒(BP)、斑节对虾杆状病毒(MBV)、对虾中肠腺坏死病毒(BMNV)、弹状病毒(RV)、对虾肝胰腺细小病毒(HPV)、呼肠弧病毒(REO)和球状病毒<sup>[30]</sup>等。其中大多数病毒均必需作进一步的研究与鉴定。

目前,我国对虾病毒的研究取得了一定进展。有的已进行了病毒的人工感染试验,建立了病毒的有效分离方法<sup>[31]</sup>,研究了病毒在体内的装配过程,以及病毒可能存在的传播途径<sup>[32]</sup>,同时还先后开展了对虾病毒生化特性的研究<sup>[29,31]</sup>,建立了敏感的 PCR 技术,以及其它几种快速、简便的现场诊断方法<sup>[33]</sup>等。

## 2 对虾的细胞培养

细胞培养对于病毒的增殖和鉴定有着重要意义。然而到目前为止,还没有建立对虾的细

胞系,所有的对虾细胞培养工作均属原代培养或继代培养。1986年,Chen<sup>[34]</sup>发现斑节对虾中的卵巢及心脏组织较好培养,并成功地将卵巢组织的原代培养细胞继代培养了3代。1988年,Ellender评价了几种生长因子、培养基配方,以及支持物对肝胰腺细胞培养的效果。1989年,Chen<sup>[19]</sup>培养了斑节对虾类淋巴器官原代细胞,并研究了对MBV的感病性。1991年,胡珂<sup>[35]</sup>等对中国对虾的6种组织进行体外培养,发现卵巢、肝胰腺、血细胞和肌肉组织在体外培养较其它组织好,其中几种肝胰细胞分别传代培养了2~28代。1992年,Luedeman<sup>[36]</sup>改进了原代培养方法,发现加有胎牛混合血清的Grace培养基效果最好。对虾细胞在这种培养基中的最适条件为:渗透压约700~750 mmol/(L·kg),25~28℃,并在标准大气压中培养。应用该方法对蓝对虾及万氏对虾的卵巢上皮细胞进行培养,其单细胞层在两天中覆盖面积达80%。1995年,Hsu<sup>[37]</sup>等报道在斑节对虾类淋巴器官组织的细胞培养基中加入20 ng/mL的碱性成纤维生长因子,使其细胞继代培养超过80代,有可能成为第一个对虾细胞系。但尚未见到进一步利用病毒接种感染的报道。

虽然目前还没有对虾的细胞系,但Loh<sup>[38]</sup>报道了IHHNV、Lu<sup>[2]</sup>报道了RV能在鱼的非整倍体细胞系——鲤鱼上皮乳头状瘤细胞(EPC)中连续传代,这对对虾病毒的离体增殖和鉴定开辟了新思路。

### 3 对虾病毒病害的检测与防治

#### 3.1 检测技术的建立

到目前为止,对虾病毒病尚无有效的药物治疗方法,因此,避免与病毒病原的接触是目前最有效的预防措施,而病原的早期检测与快速诊断则是防治虾病的重要手段之一。

快速诊断以H&E染色的传统组织病理学检测方法为主<sup>[39]</sup>,但这种方法费时(需2个工作日),而且需要一些设备和熟练的技术操作人员,因而限制了现场检测。1993年,Lightner<sup>[40]</sup>发明了Giemsa染色涂片法用于HPV的检测,整个制样过程只需2h左右,而且仅需要一台光学显微镜。最近,黄健<sup>[33]</sup>等人发明的T-E染色法(苔盼蓝—伊红染色法)用于现场检测,整个过程只需十分钟左右,操作简单易行,其对比染色效果比Giemsa染色涂片法强许多,而且可同时诊断HPV及杆状病毒引起的细胞病理变化。

另一方面,近年来较广泛地建立的对虾病毒免疫检测技术<sup>[11,23]</sup>、分子杂交技术<sup>[14,18]</sup>、以及PCR技术<sup>[22]</sup>,使得检测的灵敏度大大提高,检出病毒在体内的潜伏期也大大提前了。

#### 3.2 提高对虾机体抗病能力的研究

在提高虾体抗病力方面,近年来的热点是建立或引进抗病品种。例如东南亚的一些国家和地区因斑节对虾中MBV流行而开始引进日本对虾和墨吉对虾。另一方面是针对某种病毒培养无特定病原体(Specific Pathogen Free, SPF)虾。其中,美国针对IHHNV的SPF万氏对虾已获得成功,其预防IHHNV感染的效果十分显著<sup>[41]</sup>。

利用药物饵料提高虾体自身非特异性免疫能力的研究已有一些报道<sup>[42]</sup>,但这些研究都未设置用病毒接种感染的对比实验,对于感病后对虾的治疗尚未见成功的报道。

#### 3.3 养殖环境因子的控制

由于对虾的生长与环境因子关系密切,因此,如果管理得当,饲养条件控制好,即使虾池中检出少量病原,出现少量死亡,也不一定发生流行病。其中进出水的消毒是首要的。研究表明,次氯酸钙及紫外线照射均有效可行;其次是用消毒剂对虾卵外部进行消毒;另外,东南亚几

个对虾主要养殖国家的养殖管理模式值得借鉴和参考;有人亦考虑了生态防治,如用光合细菌在虾塘中繁殖,以及鱼、虾、贝混养等方法。

#### 4 小结

综上所述,对虾病毒的特性及检测技术的研究均有一定的进展,但目前尚无有效的治疗方法。快速、敏感、简便、有效的诊断技术正在建立与完善。对虾病的发生与控制仍必需采取综合防治措施,其中主要有:对虾抗病品种的选育,对虾病原的定性和传染途径的切断,以及养殖环境因子的控制等。

#### 参 考 文 献

- 1 Couch J A. An epizootic nuclear polyhedrosis of pink shrimp: ultrastructure prevalence and enhancement. *J Invertebr Pathol*, 1974, 24:311~331
- 2 Ln Y, E C B Nadala Jr, Brock J A *et al.* A new virus isolated from infectious hypodermal and hematopoietic necrosis virus (IHHNV)-infected penaeid shrimps. *J Virol Methods*, 1991, 31:189~196
- 3 Boonyaratpalin S, Supamattaya K, Kasomchandra J *et al.* Yellow-head disease of black tiger prawn (*Penaeus monodon*). In: Second Symposium on Disease in Asian Aquaculture. Fish Health Section Asian Fisheries Society, Thailand, 1993. 3
- 4 Lester R J G, Doubrovsky A., Paynter J L. *et al.* Light and electron microscope evidence of baculovirus infection in the prawn *Penaeus plebejus*. *Dis Aquat Org*, 1987, 3(3):217~219
- 5 Bonami J R, Lightner D V, Redman R M *et al.* Partial characterization of togavirus (LOVV) associated with histopathological changes of the lymphoid organ of penaeid shrimp *Dis Aquat Org*, 1992, 14(2):145~152
- 6 Owens L, Beer S D, Smith J. Lymphoid parvo-like particles in Australian penaeid prawn. *Dis Aquat Org*, 1991, 11(2):129~134
- 7 Spann K F, Vickers J E, Lester R J G. An unoccluded cytoplasmic baculovirus from the lymphoid organ of *Penaeus monodon* of Australia In: Second Symposium on Disease in Asian Aquaculture. Fish Health Section Asian Fisheries Society, Thailand 1993. 7
- 8 Owens L. Description of the first haemocytic rod-shaped virus from a penaeid prawn *Dis Aquat Org*, 1993, 16(3):217~221
- 9 Lightner D V, Redman R M. A putative Iridovirus from the penaeid shrimp protractypene precipua Burkenroad (Crustacea: Decapoda) *J Invertebr Pathol*, 1993, 62:107~109
- 10 Lu Y N, Loh P C. Viral structural proteins and genome analysis of the rhabdovirus penaeid shrimp (RPS). *Dis Aquat Org*, 1994, 19:187~192
- 11 Lu Y N, Loh P C, E C B Nadala Jr. Serological studies for the rhabdovirus penaeid shrimp (RPS) and its relationship to three other fish rhabdovirus. *J Fish Dis*, 1994, 17(4):303~309
- 12 Bonami J R, Trumper B, Man J *et al.* Purification and characterization of the infectious hypodermal and hematopoietic necrosis virus of penaeid shrimps. *J Gen Virol*, 1990, 71:2657~2664
- 13 Ln Y, Loh P C, Brock J A. Isolation, purification and characterization of the infectious hypodermal and hematopoietic necrosis virus (IHHNV) from penaeid shrimp. *J Virol Methods*, 1989, 26(3):339~344
- 14 Mari J, Bonami J R, Lightner D V. Partial cloning of genome of infectious hypodermal and hematopoietic necrosis virus, an unusual parvovirus pathogenic for penaeid shrimps; diagnosis of the disease using a specific probe *J Gen Virol*, 1993, 74(12):2637~2643
- 15 Poules B T, Lightner D V, Trumper B *et al.* Monoclonal antibodies to a penaeid shrimp parvovirus, infectious hypodermal and hematopoietic necrosis virus (IHHNV). *J Aquat Anim Health*, 1994, 6(2):149~154
- 16 Bruce L D, Trumper B B, Lightner D V. Methods for viral isolation and DNA extraction for a penaeid shrimp baculovirus. *J Virol Methods*, 1991, 34:245~254
- 17 Bruce L D, Redman R M, Lightner D V *et al.* Application of gene probes to detect a penaeid shrimp baculovirus in fixed tissue using *in situ* hybridization *Dis Aquat Org*, 1993, 17(3):215~221
- 18 Bruce L D, Redman R M, Lightner D V. Application of gene probes to determine target organs of a penaeid shrimp baculovirus using *in situ* hybridization. *Aquaculture*, 1994, 120:45~51

- 19 Chen S N, Kou G H. Infection of cultured cells from the lymphoid organ *Penaeus monodon* Fabricius by *monodon* - type baculovirus (MBV). *J Fish Disease*, 1989, 12(1):73~76
- 20 Vogt G. Transformation of anterior midgut and hepatopancreas cells by *monodon* baculovirus (MBV) in *Penaeus monodon* postlarvae. *Aquaculture*, 1991, 107:239~248
- 21 Mari J, Bonami J R, Poulos B *et al.* Preliminary characterization and partial cloning of the genome of a baculovirus from *Penaeus monodon* (PmSNPV = MBV). *Dis Aquat Org*, 1993, 16(3):207~215
- 22 Chang P S, Lo C F, Kou G H *et al.* Purification and amplification of DNA from *Penaeus monodon* - type baculovirus (MBV). *J Invertebr pathol*, 1993, 62:116~120
- 23 Chang P S, Chen S N. Effect of *Penaeus monodon* - type baculovirus (MBV) on survival and growth of larval *Penaeus monodon* fabricius. *Aquacult Manage*, 1994, 25(3):311~317
- 24 Lightner D V, Redman R M. A parvo-like disease of penaeid shrimp. *J Invertebr Pathol*, 1985, 45:47~53
- 25 张立人, 张建红, 陈稼华等. 中国对虾病毒病原在体内发生的电镜观察. *电子显微学报*, 1991, 10(4):351
- 26 张立人, 张建红, 陈稼华等. 东方对虾杆状病毒在宿主细胞内的装配. *电子显微学报*, 1994, 13(5):354
- 27 彭定珍, 任家鸣, 沈菊英等. 急性致死性对虾病的杆状病毒病原研究. *病毒学报*, 1995, 11(2):151~157
- 28 黄健, 宋晓玲, 于佳等. 杆状病毒性的皮下及造血组织坏死——对虾暴发性流行病的病原和病理学. *海洋水产研究*, 1995, 16(1):1~10
- 29 肖连春, 石正丽, 高玮等. 中国对虾一种球状病毒的分离提纯及其核酸蛋白特性的研究. *中国病毒学*, 1995, 10(4):356~361
- 30 陈稼华, 张建红, 石正丽等. 中国对虾中一种球状病毒的分离提纯与检测. *中国病毒学*, 1994, 9(2):170
- 31 黄健, 于佳, 宋晓玲等. 对虾皮下及造血组织坏死杆状病毒的精细结构、核酸、多肽及血清学研究. *海洋水产研究*, 1995, 16(1):11~23
- 32 张立人, 张建红, 石正丽等. 中国对虾亲虾体内球状病毒粒子的电镜观察. *广西大学学报(自然科学学报)*, 1994, 19:36
- 33 黄健, 杨丛海, 于佳. T-E 染色法用于对虾暴发性流行病的现场快速诊断. *海洋科学*, 1995, (1):29~34
- 34 Chen S N, Chi S C, Kou G H *et al.* Cell culture from tissues of grass prawn, *Penaeus monodon*. *Fish Pathol*, 1986, 21:161~166
- 35 胡珂, 王立平, 段爱梅. 中国对虾的组织培养. *水产学报*, 1991, 15(4):328~331
- 36 Luedeman R A, Lightner D V. Development of an *in vitro* primary cell culture system from the penaeid shrimp, *Penaeus stylirostris* and *Penaeus vannamei*. *Aquaculture*, 1992, 101:205~211
- 37 Hsu Y L, Yang Y H, Chen Y C *et al.* Development of an *in vitro* subculture system for prawn tissues. *Proceedings of the international symposium on biotechnology applications in aquaculture* Asian Fisheries Society Special Publication, 1995, (10):161~170
- 38 Lob, P C, Lu Y, Brook J A. Growth of the penaeid shrimp virus infectious hypodermal and hematopoietic necrosis virus in a fish cell line. *J Virol Methods*, 1990, 28:273~280
- 39 Bell T A, Lightner D V. *A handbook of normal shrimp histology*. Special publication No. 1, World Aquaculture Society, Baton Rouge, LA, 1988. 114
- 40 Lightner D V, Redman R M, Moore, D W *et al.* Development and application of a simple and rapid diagnosis method to studies on hepatopancreatic parvovirus of penaeid shrimp. *Aquaculture*, 1993, 116:15~23
- 41 Wyban I A. Selective breeding of specific pathogen-free (SPF) shrimp for high health and increased growth. In: *Disease of culture penaeid shrimp in Asia and the United States*. W. Fulks *et al* eds. The Oceanic Institute, Honolulu, HI, 1992. 257~258
- 42 Boonyaratpalin S, Boonyaratpalin M, Supamattaya K *et al.* Effects of peptidoglycan (PG) on growth, survival, immune response and tolerance to the stressor in black tiger prawn (*Penaeus monodon*). In: *Second Symposium on Disease in Asian Aquaculture*. Fish Health Section Asian Fisheries Society, Thailand, 1993. 5

14-25

第12卷第1期  
1997年3月中国病毒学  
VIROLOGICA SINICAVol. 12 No. 1  
Mar. 1997

20170(3)

## Engineering of Biosafe Baculoviruses with Improved Insecticidal Properties: Developments and Prospects

Hu Zhihong Just M. Vlak\*

(Wuhan Institute of Virology, Chinese Academy of Sciences,  
Wuhan, 430071 P. R. China)\* (Department of Virology, Wageningen Agricultural University,  
Wageningen, The Netherlands)

Dedicated to professor Xie Tian - en

Key words Baculovirus, Insecticides, Genetic engineering, Biosafety

## 具有生物安全性的杆状病毒杀虫剂 基因工程技术的发展与前景\*

胡志红 Just M. Vlak\*

(中国科学院武汉病毒研究所, 武汉 430071)

\* (Department of Virology, Wageningen Agricultural University,  
Wageningen, The Netherlands)

Vlak, JM

5482.7

**A** 提要 杆状病毒作为杀虫剂在世界各地已被广泛应用,但与化学农药相比,杆状病毒具有杀虫速度慢,对高龄害虫需用量大,杀虫谱窄等缺点。随着基因工程技术的发展,从80年代末期起,科学家开始尝试对杆状病毒的遗传性状进行各种分子生物学改造,以获得更优良的病毒杀虫剂。近年来这方面的研究已取得了可喜进展,同时重组病毒的安全性也引起了世界范围的广泛关注。因此,研制既有优良杀虫性能,又有生物安全性的重组病毒,已成为当今病毒杀虫剂的发展方向。本文及时地总结了重组杆状病毒杀虫剂研究的历史,从提高病毒杀虫速度、增强病毒杀虫毒性、以及病毒宿主特异性等三个方面进行了系统归纳,并对重组病毒的安全性进行科学地分析。重点阐述了新时期研制具有生物安全性的重组病毒的各项基因工程策略,如对重组病毒进行混合包装、前包装;或生产缺陷型的重组病毒( $p10$ 基因,  $p74$ 基因,  $egt$ 基因,  $pp34$ 基因的缺失)等。这些措施将把重组病毒对环境可能造成的危害控制在最小范围。理想的重组病毒杀虫剂应具有杀虫快、杀虫谱广、不危害其它生物、在环境中滞留时间短等特点。

关键词 杆状病毒, 杀虫剂, 基因工程, 生物安全性

微生物农药

收稿日期: 1996-11-21, 修回日期: 1996-12-09

\* 国家自然科学基金资助课题

通讯作者: 胡志红