第19卷 第1期
1995 年 3 月

水 生 生 物 学 报
ACTA HYDROBIOLOGICA SINICA

Vol. 19, No. 1
Mar., 1995

综 述

鱼类细菌性疾病的研究

殷 战　　徐伯亥

（中国科学院水生生物研究所，武汉 430072）

STUDIES ON THE BACTERIOSIS OF FISHES

Yin Zhan and Xu Bohai

(Institute of Hydrobiology, the Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430072)

关键词　鱼类，细菌性疾病，评论

Key words　Fishes, Bacteriosis, Review

鱼类的细菌性疾病是一类严重危害鱼类健康的疾病，常造成水产养殖的严重损失，对该类疾病的研究一直受到国内外研究工作者的关注。近十多年来，随着研究技术的发展，该领域的研究工作日显活跃。本文将介绍当今鱼类细菌性疾病的种类、诊断、病理、致病力及防治等方面的研究进展和趋势。

1　主要的鱼类细菌病种类

细菌性疾病常导致养殖和野生鱼类的大量死亡，因此对鱼类细菌性疾病的研究一直是鱼病学主要研究领域之一。第一次对鱼类病原菌进行分离和明确描述的报道是由 Emmerich 和 Weibel 在 1894 年正式发表的对疖疮病的研究。其后随着微生物学研究技术的发展和鱼类密集养殖的兴起，促进了世界各国对鱼类细菌性疾病的研究。迄今已分离报道的鱼类主要致病菌已达数十种(表 1)，其中也包括一些条件致病菌，尽管对于鱼类的原初致病菌与条件致病菌的明确划分尚有争论[1]。目前虽然有一些鱼类致病菌已被鱼病细菌学研究者所发现或认可，尚待国际细菌分类组织承认。

2　诊断技术与流行病学

对鱼类细菌病流行病学的研究首先必须依赖对鱼类细菌病诊断技术的发展。鱼类细菌病的诊断包括对罹病鱼的症状、组织病理、疾病发生的环境条件甚至用药情况的观察分析，最后尚须经过致病菌分离与鉴定过程以达到确诊。由于准确的诊断必须建立在对致病菌的准确鉴定的基础上，而传统的细菌鉴定即生理生化性状的试验分析费时长，工作量大，给鱼病的及时医治和流行病学调查带来极大的困难。为克服繁杂的传统鉴定方法，有

1994年 2 月25日收到。

表 1　主要鱼类细菌病原*

Tab. 1　Bacterial pathogens of fishes

致病菌 Pathogen	疾病 Disease	易感鱼种类 Host range	主要症状 Major symptoms	流行区域 Geographical distribution
产气单胞菌属 (*Aeromonas*)				
点状产气单胞菌 (*Aeromonas punctata*)	出血性败血症，肠炎病	许多种鱼类	败血症，出血及体表发炎	世界范围(中国)[1]
[同嗜水产气单胞菌 (*A. hydrophila*)]	打印病，红点病	及水生动物		
苏伯利产气单胞菌 (*Aeromonas sobria*)	出血性败血症，尾柄病	鲤科鱼类	败血症，出血及体表发炎	世界范围(中国)[1]
[有译为"温和产气单胞菌"]				
灭鲑产气单胞菌 (*Aeromonas salmonicida*)	疖疮病，鲤红鳞病，溃疡病	鲑鳟鱼类，鲤科鱼	败血症，出血及体表发炎	世界范围[1]
假单胞菌属 (*Pseudomonas*)				
荧光假单胞菌 (*Pseudomonas fluorescens*)	普通败血症	大多数鱼类	败血症，出血及体表发炎	世界范围(中国)[1]
鳗炎假单胞菌 (*P. anguilliseptica*)	红点病	鳗鲡	体表、肛门、眼发炎	日本，英国[3]
邻单胞菌 (*Plesiomonas*)				
类志贺邻单胞菌 (*Plesiomonas shigelloides*)	——	虹鳟	肛门突出、充血发炎	葡萄牙，英国[4]
弧菌属 (*Vibrio*)				
鳗弧菌 (*Vibrio anguillarum*)	弧菌病、烂尾病	大多数海水鱼类	败血症，出血及体表发炎	世界范围内(中国)[1]
*海鱼病弧菌 (*V. ordalii*)	弧菌病	大多数海水鱼类	败血症，出血及体表发炎	世界范围内[1]
霍乱弧菌 (*V. cholerae*)	弧菌病	香鱼	败血症，出血及体表发炎	日本[1]
藻酸水解弧菌 (*V. alginolyticus*)	败血病	隆颈愈额鲷	溃疡，烂鳍	以色列，日本[1]
致伤弧菌 (*V. vulnificus*)	弧菌病	鳗鲡	体表发炎、充血	日本，北美[1]
*鲨弧菌 (*V. carchariae*)	血管炎	鲨鱼	内脏发炎	美国[2]
*河弧菌 (*V. fluviallis bio.* III)	出血性败血症	鲤科鱼类	败血症，出血及体表发炎	中国[2]
灭鲑弧菌 (*V. salmonicida*)	冷水病	鲑鳟鱼，鳕鱼	严重败血症	挪威，英国[3]
嗜胞菌 (*Cytophaga*)				
柱状噬胞菌 (*Cytophaga columnaris*)	鳃病，体表病	大多数淡水鱼类及鳜科鱼类	鳃病和表皮病	世界范围内(中国)[1,4,7]
嗜冷噬胞菌 (*C. psychrophila*)	冷水病	鲑鳟鱼类	背部有出血斑	美、欧、日、澳洲[2]
屈挠菌属 (*Flexibacter*)				
海水屈挠菌 (*Flexbacter maritimus*)	—	黑鲷，红鲷	烂颌、烂尾	日本[2]
溶卵屈挠菌 (*F. ovolyticus*)		拟庸鳚亚科鱼(卵)		挪威[3]

续表 1

致病菌 Pathogen	疾病 Disease	易感鱼种类 Host range	主要症状 Major symptoms	流行区域 Geographical distribution
黄杆菌属 (*Flavobacterium*)				
*鱼害黄杆菌 (*Flavobacterium piscicida*)	黄杆菌病	海水鱼类	鳃病和表皮病	美国[1]
*嗜鳃黄杆菌 (*F. branchiophila*)	鳃病	鲑鳟鱼类	烂鳃、鳃丝肿胀	日、美、欧[1]
耶尔森氏菌属 (*Yersinia*)				
鲁氏耶尔森菌 (*Yersinia ruckeri*)	红嘴病,红点病	鲑鳟鱼类,鲤科鱼	败血症,出血及体表发炎	世界范围内(中国)[1]
爱德华菌属 (*Edwardsiella*)				
迟缓爱德华菌 (*Edwardsiella tarda*)	红疫病,爱德华氏病	沟鲶,鳗鲡	鳃上有白点,肛红	日本,美国[2]
鲶爱德华菌 (*E. ictaluri*)	肠炎病	沟鲶	腹水,体表发炎充血	美国[3]
*福建爱德华菌 (*E. fujianensis*)	爱德华氏病	鳗鲡	肝肾发炎	中国[4]
巴斯得菌属 (*Pasteurella*)				
*鱼害巴斯得菌 (*Pasteurella piscicida*)	巴斯得氏病,类结核病	条纹石鲷,美州石鲷,黄条鰤	内脏器官有白点	日本,美国[1]
乳杆菌属 (*Lactobacillus*)				
*鱼乳杆菌 (*Lactobacillus piscicola*)	乳杆菌病,假肾病	鲑鳟鱼类	腹水,腹面有出血点	北美,英国[1]
链球菌属 (*Streptoccus*)				
Streptococcus spp. (*.agalactiae .dysgalactiae, .equismilis, .faecium, .pyogenes*)	链球菌病	许多种鱼	肛红,鳍基红,腹水、	日本、南非[1]
诺卡氏菌属 (*Nocardia*)				
星状诺卡氏菌 (*Nocardia asteroides*)	诺卡氏病	大多数鱼类	烂尾、烂鳍、腹水、	世界范围内[1]
*紫狮诺卡氏菌 (*N. kampachi*)	诺卡氏病	香鱼,黄条鰤	体表充血、溃疡	日本,欧洲[1]
肠球菌属 (*Enterococcus*)				
*杀鰤肠球菌 (*Enterococcus seriolocida*)	突眼症	黄条鰤	眼腔、内脏充血发炎	日本[1]
埃希氏菌属 (*Escherichia*)				
大肠埃希氏菌 (*E. coli*)		虹鳟	鳃丝贫血、内脏充血发炎	中国[7]
分类位置未定的菌				
*鲑肾细菌 (*Renibacterium salmoninarum*)	细菌性肾病,棒杆菌肾病	鲑鳟鱼类	腹水、溃疡、腹面有出血点	欧、美、日[1]

* 有标志的菌为未被国际细菌分离组织承认的细菌

人曾通过大量的对比试验，找出某些致病菌极有代表性、足够区别于其它常见相似细菌的数个性状，以简化传统的鉴定方法，甚至将这些主要性状的观察实验集中于一种特制的选择培养基中，更进一步简化鉴定过程，这类快速鉴定方法被称为表型快速鉴定技术，这方面的主要工作有：Maugeri 等针对鳗弧菌和海鱼病弧菌的 API 快速鉴定系统；Shotts 和 Rimler 针对点状产气单胞菌的 Shotts-Rimler 选择培养基；Austin 等针对鲑肾细菌的 SKDM 选择培养基；Rodgers 针对鲁氏耶尔森菌的选择培养基。而更多的则选择研究发展快速血清学鉴定技术，近十多年来，对鱼类致病菌的免疫快速诊断已取得了丰硕的成果，主要采用的技术已有细菌凝集试验、免疫荧光技术、免疫扩散试验、抗体致敏胶粒凝集试验、协同凝集试验、免疫印迹技术、酶联免疫吸附技术[8]，应用这些技术所进行的快速鉴定已涵盖了几乎所有的鱼类致病菌种类。这些技术的应用使检测灵敏度不断提高，其中应用酶联免疫吸附技术对灭鲑产气单胞菌的检测灵敏度已达 10^2 菌体/ml，可用于对带菌鱼体组织的检出。尽管其中的大部分免疫抗体采用的是多克隆抗体，但近几年，单克隆抗体技术已越来越多地在致病菌鉴定中得到采用[9]，从而使免疫检测的专一性进一步提高。最近 Zhao 和 Aoki 又采用细菌质粒 DNA 作为探针用以对鱼害巴斯德菌进行鉴定，开创了应用遗传学方法进行鱼类致病菌快速鉴定之先河[10]。

随着诊断技术的不断发展，大量鱼类细菌病的流行病学调查得到开展，研究工作者对众多致病菌在水体、底泥、动物携带者中的生存能力及环境对其的影响进行了大量调查[11]，获得了许多有关养殖操作、养殖密度、溶氧、水温、悬浮物、氨氮等鱼体代谢产物、金属离子浓度等对传染源种群影响的数据[12]；对各致病菌的可能传播途径和感染模式也进行了一些探索，尤其是对某些菌经口感染、体表接触感染等方式所作的许多研究工作，以及对各致病菌的宿主范围及各种鱼类种群间、种群内抗菌攻击能力进行了大量研究[13]。这些工作为细菌性鱼病的防治研究提供了重要的依据。对于鱼类细菌病的传染源、传播途径和易感鱼群虽进行了大量的工作，但由于多数致病菌属条件致病菌，目前对其致病条件仍然缺乏准确的结论，有待作进一步研究。

3　细菌性鱼病病理学研究

在细菌性鱼病研究的最初阶段，人们就已开始描述细菌性鱼病发生的过程和症状特征，这便是鱼类细菌病病理学研究的开始。随着组织学和医学微生物学理论和技术的进步，鱼类细菌病的病理学研究已成为鱼类病理学的重要领域。初期人们通过肉眼观察鱼体的体表、内脏症状，进行描述；以后随着组织学技术的进步，开始了鱼类显微组织病理学研究。早在 1924 年 Davis 就对噬胞菌引起的温水鱼类的鳃病进行了较为全面的组织病理观察，其后运用组织切片的显微观察成为研究鱼类细菌性疾病病理学的主要手段，进入 70 年代以后，又运用电子显微镜对组织病理进行超微结构观察[14]。自 Field 等开始注意灭鲑产气单胞菌引起的鱼体血相的变化，对于以研究鱼类血液学和内脏功能为主的鱼类病理生理学研究也得到了广泛开展[14]。为便于更准确地观察致病菌在感染鱼体组织中的侵袭途径，Nelson 等应用了荧光抗体染色技术与组织切片技术相结合，对组织中特定致病菌进行了定位观察[15]。Baldwin 和 Newton 则应用免疫金标记技术，对鲶爱德华氏菌的感染途径进行了超微结构观察[16]。通过许多学者的研究表明鱼类致病菌常导致发

生各种鱼体组织的循环系统障碍、炎症反应、脓肿、溃疡以及多种组织变性、萎缩、坏死和增生。根据各种组织结构病理变化，Wolke (1972) 将致病菌分为革兰氏阴性非增生性菌和增生菌、革兰氏阳性非增生菌和增生菌四类；江草周三等根据细菌在组织中主要的致病过程将危害方式分为细菌性菌血症、细菌性毒血症等。

初期的病理研究是解释细菌致死的直接原因以及试图依据细菌病的特定的病理特征建立病理学诊断技术，随着研究的深入，人们发现通过对致病菌引起的各种病理生理变化观察可以较为容易地找出鱼体死亡的直接原因，但由于许多细菌引起的病理生理变化具有较为相似的特征，因此仍需依赖病原的鉴定才能完善准确的诊断技术。今天的鱼类病理学研究已开始与致病菌的侵袭力及侵袭途径的研究相结合，朝着研究致病菌的致病机理而努力[16]。

4 鱼类致病菌的致病性研究

长期以来，人们对鱼类致病菌的致病性研究一直停留在用分离菌进行各种感染方式导致发病来判定其致病力的阶段，而对疾病的发生、发展等感染过程缺乏了解。由于对鱼类致病菌的侵袭能力及其条件的研究最终将可能为防病养殖提供可靠的理论依据，近几年来随着医学微生物学技术的不断发展，对鱼类致病菌致病性的研究已成为鱼病细菌学研究的重点和最为活跃的研究领域。目前该领域的研究工作主要包括对常见的主要鱼类致病菌在鱼体内外环境的生存能力、侵袭能力以及抗宿主的防御能力等方面进行的研究，大量的研究结果表明许多鱼类致病菌具有较强的适应鱼体外环境的生存能力[17]、通过某种吸附方式导致最初侵袭的能力[18]、适应体内环境的高效离子转运蛋白系统[19]、抵抗鱼体血清溶菌或吞噬细胞吞噬作用的能力以及分泌各种毒性物质能力等等[20]。

借助医学微生物学和分子生物学技术，当今对鱼类致病菌的致病性的研究热点已经进入了分子生物学和超微结构观察阶段，如对致病菌的毒性因子进行了蛋白质结构及其调控遗传结构的分析，寻找其毒性结构基团、遗传表达的位点及其方式；或通过电镜观察致病菌的侵袭途径，了解致病菌的吸附方式及其吸附侵袭受体[16,21]。

需要指出的是由于各个试验室采用的试验菌株、感染方式、试验条件、宿主鱼种类等的不同，特别是由于目前对于试验材料鱼没有严格统一、宜于操作的健康卫生要求；其次人们对于各种致病菌的一些致病因子的表达调控缺乏足够的认识，使目前关于鱼类致病菌的致病性研究结果仍然是凌乱无序，缺乏可比性，甚至相互矛盾。因此有关学者呼吁应尽快制订并采用统一的试验鱼卫生健康标准和致病菌菌株的遗传结构标准，以协调今后的研究。

5 鱼类细菌病的控制

目前对鱼类细菌病进行控制的主要手段是抗菌药物治疗。早在 1946 年 Gutsell 曾指出磺胺类药物具有治疗疖疮病的可能，这是抗菌药物用于水产业的最早报道。此后几年，磺胺类药物几乎成为水产业的万能药。1950 年氯霉素被首先引入水产业，其后很快扩展到土霉素、卡那霉素、红霉素、利福平等等、并就其疗效范围、施药方式和剂量进行了大量的研究报道。进入七十年代后，具有对革兰氏阴性菌广谱杀菌作用的第二代喹诺酮类药物，

如恶喹酸、呋喃那斯等也已在各国获准于水产业使用，从而开创了喹诺酮类鱼药的新时代。目前在对已经使用的鱼药的防治范围、给药途径、致病菌耐药性以及药代动力学方面进行更深入的研究的同时[22]，日、美不少研究者又已开始了新一代喹诺酮类的药物开发，它们比已使用的喹诺酮类药物具有更强、更快的杀菌效果，其抑菌浓度低，抑菌范围大，不仅对治疗革兰氏阴性菌感染有效，而且对治疗革兰氏阳性菌的感染也有良好的效果；在对付致病菌的耐药性方面具有同样的效果，即因为细菌对其的耐药性突变发生在染色体上，不易造成扩散；而且新型药物改变了药物透入细胞的能力，可相应提高胞内药物浓度，更易杀灭体内致病菌[23]。当今人们越来越关注人类的行为对自然环境的影响，各国对于新药品也提出了更为严格的审批要求，尽管有许多药物已具有良好的杀菌能力，但缺乏有关药效学、残留动力学、排出期、代谢以及对环境影响等全面系统的研究结果，仍然在近期内难以获准实用[24]。

在对鱼类细菌病的治疗过程中，许多人发现在对鱼类细菌病的控制中预防比发病后的用药物治疗和恢复更为重要，尽管水产防病养殖同许多方面的工作有关，但借鉴预防医学人们很容易地想到了使用细菌疫苗对养殖鱼类进行免疫保护，因此 Nybelin 1935 年才首次对鱼类的细菌疫苗进行尝试，到今天渔用细菌疫苗已成长为一个生机勃勃的新兴工业，数十亿尾各类易感鱼被各种严重细菌病的疫苗所免疫。从七十年代末以来，鳗弧菌、海鱼病弧菌和鲁氏耶尔森菌疫苗首先商用化，迄今已发展到灭鲑产气单胞菌、灭鲑弧菌、鲶爱德华氏菌疫苗共 22 种产品，其中以耶尔森菌和弧菌疫苗的使用效果最为理想。副溶血弧菌、柱状嗜胞菌、鱼害巴斯德菌以及链球菌疫苗都有希望在近期内投入商业化生产，新型佐剂和自动注射方法的研究，也将使肾细菌疫苗在不远的将来取得成功。目前商用疫苗中大多数为福尔马林灭活的全细胞疫苗，少数加以佐剂；免疫途径有一半为浸泡接种，其余为注射方式免疫[25]。当今此领域的研究主要包括发展低廉的、更为长效的、易于接种的疫苗，即通过对弱毒活疫苗、选用可溶性免疫原和改进佐剂等进行研究[26]。另外，由于点状产气单胞菌和迟缓爱德华氏菌血清型种类复杂，阻碍了疫苗使用的有效范围，使得这两种鱼类重要的致病菌的商用疫苗的开发至今未获成功[50]，为克服这个困难，人们开始研究其菌体表面抗原结构如脂多糖，希望能以其作为共同抗原进行免疫[27]。尽管目前在推广使用鱼类的疫苗已取得较大的发展，但对于鱼类接种疫苗后的免疫应答过程却还缺乏系统的研究，甚至得出各种相互矛盾的应答测定结果，因此为了鱼类细菌疫苗的进一步发展，许多疫苗生产者正将其销售所获的大量利润分出一部分，用以资助对鱼类免疫机制的研究，也促进了鱼类细菌疫苗的加速发展。

6　我国鱼类细菌病研究概况

我国对鱼类细菌病的研究开展得较晚，起步于王德铭先生 1956 年对荧光假单胞菌引起青鱼赤皮病的研究，随后我国鱼病工作者先后对点状产气单胞菌、腐败假单胞菌（*Pseudomonas putida*）、鱼害粘球菌（*Myxococcus piscicola* 即现柱状嗜胞菌）、鳗弧菌、苏伯利产气单胞菌、福建爱德华氏菌、弧菌 I 组中淡水亚组弧菌、鲁氏耶尔森菌、河弧菌生物型 III、大肠埃希氏菌等引起的肠炎病、腐皮病、烂鳃病、烂尾病、疖疮病、打印病、爱德华氏病、弧菌病以及淡水养殖鱼类暴发性传染病等等进行了病原菌分离、鉴定、药物筛

选以及疫苗的研究[28-31]。更为可喜的是进入八十年代以后，在此基础上，进一步开展了对草鱼烂鳃病、异育银鲫溶血性腹水病、虹鳟鱼肠道感染症和淡水养殖鱼类暴发性传染病的组织病理学、病理生理学以及致病菌在组织中的定位观察研究[32-35]；进行了草鱼烂鳃病酶免疫测定法检测、疫苗和抗菌药物的毒理研究[36,37]；自 80 年代后期国内有关学者已开始注意到鱼类致病菌的致病性方面的研究，数个研究机构已分别开展了对二龄草鱼肠炎病发病机理的研究[38]以及对点状产气单胞菌的胞外蛋白毒素的致病性、提纯、特性分析及其检测的研究[34,39,40]。

随着我国海、淡水养殖集约化程度的提高，鱼类细菌性疾病造成的危害也有日益严重的趋势，目前研究和调查的结果表明危害我国养殖业的大多数病菌为条件致病菌，因此，集中力量研究此类病菌的致病机理和发病条件，将为水产防病养殖提供可靠的理论基础；为适应流行病学研究和检疫、监测的需要，研究准确、快速的诊断技术也应成为今后我国鱼类细菌病研究的重点，同时还需对鱼类细菌病的生物防治研究给以足够的重视，可喜的是我国已有多个研究小组对此已取得共识，相信在不久的将来，一定能够达到与水产养殖大国相称的研究水平。

参 考 文 献

[1] Austin B, Austin D A. Bacterial fish pathogens: Disease in farmed and wild fish. Ellis Horwood, Chichester, U. K. 1987.

[2] 徐伯亥等。淡水养殖鱼类暴发性传染病致病细菌的研究。水生生物学报,1993,**17**(4): 309—317。

[3] Egidius E, et al. *Vibrio salmonicida sp. nov.*, a new fish pathogen. *Intern. J. System. Bacteriol.*, 1986, **36**: 518—520.

[4] Staley J T, et al (ed.). Bergey's Manual of Systematic Bacteriology. Vol. 3. Williams and Wilkins, Baltimore. 1989.

[5] Hansen G H, et al. *Flexibacter ovolyticus sp. nov.*, a pathogen of eggs and larvae of Atlantic halibut, Hippoglossus hippologossus L. *Intern. J. Syst. Bacteriol.* 1992, **42**: 451—458.

[6] 韩先朴等。鳗鲡爱德华氏病的研究。水生生物学报,1989,**13**(3): 259—264。

[7] 徐伯亥等。大肠埃希氏菌引起的虹鳟鱼病的初步研究。水生生物学报,1993,**17**(4): 309—317。

[8] Gudmundsdottir S, et al. Detection of *Renibacterium salmoninarum* in salmonid kidney samples: a comparison of results using double-sandwich ELISA and isolation on selective medium *J. Fish Dis.*, 1993, **16**: 185—196.

[9] Austin B, et al. Monoclonal antibody-based enzyme-linked immunosorbent assays for the rapid diagnosis of clinicial cases of enteric redmouth and furunculosis in fish farms. *J. Fish Dis.*, 1986, **9**:469—474.

[10] Zhao J, Aoki T. Plasmid profile analysis of Pasteurella piscicida and use of a plasmid DNA probe to identify the species. *J. Aquat. Ani. Heal.*, 1992, **4**: 198—202.

[11] Mqolomba T N, Plumb J A. Effect of temperature and dissolved oxygen concentration on Edwardsiella ictaluri in experimentally infected Channel Catfish. *J. Aquat. Ani. Heal.*, 1992, **4**:215—217.

[12] Wakabayashi H. Efect of environmental condition on the infectivity of Flexibacter columnaris to fish. *J. Fish Dis.*, 1991, **14**:279—292.

[13] Beacham T D, Evelyn T P T. Population and genetic variation in resistance of Chinook Salmon to vibriosis, flurunculosis, and bacterial kidney disease. *J. Aquat. Ani. Heal.*, 1992, **4**: 153—167.

[14] Grizzle J M, Kiryu Y. Histopathology of gill, liver, and pancreas, and surum enzyme levels of channel catfish infected with Aeromonas hydrophila complex. *J. Aquat. Ani. Heal.* 1993, **5**: 36—52.

[15] Nelson J S, et al. Location of Vibrio anguillarum in Tissues of Infected Rainbow Trout (Salmo gairdneri) Using the Fluorescent Antibody Technique. *Fish Pathol.* 1985, **20**(2/3):229—235.

[16] Baldwin T J, Newton, J.C. Pathogenesis of Enteric Septicemia of Channel Catfish, Caused by Edwardsiella ictaluri: bacteriologic and Light and Electron Microscopic Findings. *J. Aqu. Ani. Heal.*, 1993, **5**:189—198.
[17] Hood M A, et al. Effect of nutrient deprivation on lipid, carbohydrate, DNA, RNA, and protein levels in Vibrio cholerae. *Appl. Environ. Microbiol.* 1986., **52**: 788—793.
[18] Corral F D, et al. Adherence, haemagglutination and cell surface characteristics of motile aeromonads virulent for fish. *J. Fish Dis.* 1990, **13**:255—268.
[19] Mackie C, Birkbeck T H. Siderophores produced by Vibrio anguillarum in vitro and in infecdte rainbow trout, Oncorhynchus mykiss (walbaum). *J. Fish Dis.* 1992 **15**: 37－45.
[20] Rosjo C, et al. Glycerophospholipid: cholesterol acyltransferase complexed with lipopolysaccharide (GCAT-LPS) of Aeromonas salmonicida produces lysophospholipids in salmonid red cjel membrances: a probable haemolytic mechanism. *J. Fish Dis.* 1993, **16**:87—99.
[21] Whitby P W, et al. The occurrence of a 70-kDa serine protease gene in typical and atypical strains of Aeromonas salmonicida. *J. Fish Dis.* 1992, **15**:529—535.
[22] Cooper R K, et al. Comparison of plasmids isolated from Romet-30-Resistant *Edwardsiella ictaluri* and Tribrissen-Resistant *Escherichia coli*. *J. Aquat. Ani. Heal.*, 1993 **5**: 9—15.
[23] Johnson M R, et al. Field trials of sarafin-and Romet-medicated feeds for treatment of *Edwardsiella ictaluri* infections in Channel Catfish. *J. Aquat. Ani. Heal.*, 1993, **5**: 51－58.
[24] Meyer F P. Solution to the shortage of approved fish therapeutants. *J. Aquat. Ani. Heal.* 1989, **1**: 78—80.
[25] Newman S G. Bacterial vaccines for fish. *Annual Review of Fish Diseases*. 1993, **3**: 145--186.
[26] Tatner M. Modified extracellular product antigens of *Aeromonas salmonicida* as potential vaccines for the control of furunculosis in Atlantic salmon, *Salmo salar* L. *J. Fish Dis.* 1991, **14** 395—400.
[27] Dooley J S G, et al. Surface antigens of virulent strains of *Aeromonas hydrophila*. *Vet. Immunol. Immunopath.* 1986, **12**: 339—344.
[28] 徐伯亥等。草鱼尾柄病及其与其它体表病关系的研究。1986,**10**(1): 39—51。
[29] 韩先朴等。鳗鲡弧菌病病原的分离与鉴定。微生物学报,1989,**24**(4): 386—391。
[30] 徐伯亥等。鲢、鳙鱼一种新的传染病—— *Yersiniaruckeri*，一种新的鲢、鳙鱼病原菌。科学通报，1991，**36**(8): 600—602。
[31] 徐伯亥等。弧菌 I 组淡水亚组弧菌引起的虹鳟鱼病。海洋与湖沼,1991,**22**(3): 226—232。
[32] 黄琪琰等。异育银鲫溶血性腹水病的组织显微病理研究。水产学报,1991,**15**(3): 212—218。
[33] 黄琪琰等。异育银鲫溶血性腹水病的病理生理研究。水产学报,1992,**16**(4): 316—321。
[34] 殷战等。点状产气单胞菌引起虹鳟鱼肠道感染症及其病原学机制的初步研究。水生生物学报,1992,**16**: 230—235。
[35] 殷战、徐伯亥。应用荧光抗体染色技术对鲢鱼组织中的河弧菌定位观察。水生生物学报，1994，**18**(1) 95—97。
[36] 陈昌福、纪国良。草鱼口服鱼害粘球菌疫苗的免疫效果。淡水渔业,1989,(6): 3—4。
[37] 李爱华等。三种抗微生物药物对草鱼的急性和亚急性毒性。鱼病学研究论文集，1993,**1**: 12—19。
[38] 徐伯亥等。二龄草鱼肠炎病发病机理。水生生物学报,1988,**12**(4): 308—315。
[39] 涂小林、陆承平。嗜水气单胞菌毒素的提纯及其特性分析。微生物学报,1992,**32**: 432—438。
[40] 陈怀青等。点酶法检测鱼类致病性嗜水气单胞菌 hec 毒素。动物检疫,1993,**4**: 4—5。

更　　正

《水生生物学报》94 年 18 卷第 3 期，作者林浩然等，“鳗鲡繁殖生物学研究 V.”一文，273 页图 1 应同 275 页图 3 对调，特此更正。

1994. 12. 28