

综 述

致病性嗜水气单胞菌及其所致鱼病综述

PATHOGENIC *AEROMONAS HYDROPHILA* AND THE FISH DISEASES CAUSED BY IT

陆承平

(南京农业大学兽医系, 210014)

Lu Chengping

(Department of Veterinary Medicine, Nanjing Agricultural University, 210014)

关键词 嗜水气单胞菌, 致病性, 鱼病

KEYWORDS *Aeromonas hydrophila*, pathogenicity, fish disease

尽管早在1891年就有因嗜水气单胞菌(*Aeromonas hydrophila*)感染引致蛙“红腿病”的报道,但由于该菌在自然界尤其是水中广泛分布,一般为正常共栖菌^[15],因此长期以来对其致病性并未重视。近年来在我国南方各省淡水养殖鱼类流行暴发性传染病,有报道系为该菌所致败血症^[16],此外在其它水生经济动物、哺乳动物亦有类似发现。人类因之而发生胃肠炎及伤口感染的病例也日渐增多^[14]。嗜水气单胞菌致病问题已跃然成为当代公共卫生瞩目的对象,为人们提出了人—畜—鱼共患病的研究新课题。本文介绍该菌的分类地位、病原特性、与鱼有关的流行病学及病原分离与鉴定方面的研究进展。

分类地位

气单胞菌属的细菌分为两大类:一类为嗜冷无运动力群;另一类为嗜温有运动力群。前者的成员为杀蛙气单胞菌,只对鱼类致病,1984年确定了3个亚种^[10],它们是:(1)杀蛙气单胞菌杀蛙亚种(*A. salmonicida* ssp. *salmonicida*),菌落棕色,并产生扩散性棕色色素,发酵葡萄糖产酸产气。是最早鉴定的亚种,最初从患“疔病”(Furunculosis)的虹鳟分离。(2)杀蛙气单胞菌无色亚种(*A. salmonicida* ssp. *achromogenes*),从河鲈分离,菌落无色,但菌落周围的琼脂呈淡褐色,发酵葡萄糖产酸不产气。(3)杀蛙气单胞菌日本鲑亚种(*A. salmonicida* ssp. *masoucida*),从马苏大马哈鱼分离,菌落无色,也不产生色素渗入琼脂,不发酵葡萄糖。

除上述对冷水鱼致病的杀蛙气单胞菌外,1980年McCarthy等又提出第4个亚种,称为杀蛙气单胞菌新亚种(*A. salmonicida* ssp. *nova*)^[10],对鲤致病,是鲤红皮炎的主要病原菌,没有运动力,在37°C不生长,不产生色素,在血琼脂生长良好,氧化血红素(10μg/ml)为其生长因子,产生明显的β-溶血。对氨基青霉素有抵抗力,而杀蛙亚种对之敏感。

1983年Allen等从河水中分离到一种无运动力、产生棕色色素的气单胞菌,能在4°C~37°C生长,定名为中间气单胞菌(*A. media*),但未发现它有致病性^[11]。

另一类为嗜温有运动力群, 此群气单胞菌的名称及分类比较混乱^[6], 1984年版《伯杰氏系统细菌学手册》确认3种: 嗜水气单胞菌、温和气单胞菌(*A. sobria*)以及豚鼠气单胞菌(*A. caviae*)均隶属于弧菌科气单胞菌属。近年来又陆续发现了6个有运动力的新种: 从井水中分离的无致病性的嗜泉气单胞菌(*A. eucrenophila*)^[43], 以及4个主要是从腹泻病人分离的新种, 即1987年报道的凡隆气单胞菌(*A. veronii*)^[28]、1988年报道的舒伯特气单胞菌(*A. schubertii*)^[20], 1991年报道的简达气单胞菌(*A. jandaai*)^[16]和易损气单胞菌(*A. trota*)^[17]。

此外, 1990年杨正时等从北京地区的鲤鱼分离到一种气单胞菌, 该菌引致塘养鲤鱼大批急性死亡, 有运动力, 具溶血性, 在4~42℃均能生长, 生化反应特点与已知气单胞菌属成员均不相符(见表2)。将分离菌涂抹健康鲤鱼鳃能够发病, 但浸泡感染不能成功。据认为是一个对鱼类有致病性的气单胞菌新种, 但未定名^[6]。

鉴于新种的不断发现, 根据细菌表型特征鉴定的方法及结果又不尽相同, 因此一般实验室不易定种, 对上述各种有运动力的气单胞菌可统称为“嗜温气单胞菌”(mesophilic aeromonad)或“嗜水群气单胞菌”(*A. hydrophila* complex)^[44]。

随着分子生物学的发展, Colwell等(1986)根据16SrRNA和5SrRNA序列分析及rRNA-DNA杂交实验的结果, 提议将气单胞菌属从弧菌科划出, 单独成立气单胞菌科。地位介于肠杆菌科与弧菌科之间^[19]。该科下设气单胞菌属及水杆菌属(*Enhydrobacter*), 嗜水气单胞菌归属前者^[8, 46]。

1990年Altwegg等将气单胞菌分为12个DNA杂交群^[12], 此后又报道了第13个^[17], 这些杂交群与按生化表型鉴定分类命名的种有一定的关系^[1]。

有运动力的气单胞菌的新旧名称对照见表1。

表1 有运动力的气单胞菌新旧名称对照

Table 1 Current and previous Nomenclatures of Pathogenic Motile *Aeromonas* spp

现 名	1974年所定名	1957年所定名
嗜水气单胞菌 (<i>A. hydrophila</i>)	嗜水气单胞菌嗜水亚种 (<i>A. hydrophila</i> ssp. <i>hydrophila</i>)	液化气单胞菌 (<i>A. liquefaciens</i>) 嗜水气单胞菌 (<i>A. hydrophila</i>)
豚鼠气单胞菌 (<i>A. caviae</i>)	斑点气单胞菌豚鼠亚种 (<i>A. punctata</i> ssp. <i>caviae</i>) 嗜水气单胞菌不产气亚种 (<i>A. hydrophila</i> ssp. <i>allaerogense</i>)	斑点气单胞菌 (<i>A. punctata</i>)
温和气单胞菌 (<i>A. sobria</i>)	—	—
嗜泉气单胞菌 (<i>A. eucrenophila</i>)	斑点气单胞菌斑点亚种 (<i>A. punctata</i> ssp. <i>punctata</i>)	—
解脲弧菌 (<i>Vibrio proteolytica</i>)	嗜水气单胞菌解脲亚种 (<i>A. hydrophila</i> ssp. <i>proteolytica</i>)	—

病原特性

嗜水气单胞菌是革兰氏阴性的短杆菌, 单个或成对排列, 长约0.5—1.0μm。极端单鞭毛, 有运动力, 无荚膜, 不产生芽孢。兼性厌氧。生长合适的pH为5.5~9.0。最适生长温度为25~35℃, 最低0~5℃, 最高38~41℃。在45℃存活不超过48小时^[26], 在营养琼脂上形成圆整、隆起、平滑、透明的菌落, 颜色由白至浅黄色, 并可有特殊的气味。菌落大小因培养时间而异, 小如针尖, 大的直径可达2—3mm, 不

产生色素。在血琼脂上生长旺盛,某些菌株即使在10°C也可产生清晰的 β -溶血^[38],在有氧及厌氧环境作CAMP试验均为阳性^[21]。作者所在实验室发现,某些菌株的溶血性在培养基上传代时可能丢失。

多数菌株具有血凝性,在甘露醇存在的条件下4°C及22°C均可凝集牛、鸡、人O型及豚鼠的红细胞^[14]。

本菌有R质粒,与产生对磺胺、四环素、链霉素以及氯霉素的抗药性有关^[39],此外,还对氨基青霉素有一定的耐受性(<20mg/每升培养基)。

嗜水气单胞菌及其它有运动力的重要成员的生化特性见表2。

表2 有运动力的致病性气单胞菌的生化特性

Table 2 Biochemical Characteristics of Pathogenic Motile *Aeromonas* spp.

生化特性	嗜水	豚鼠	温和	凡隆	舒伯特	简达	易损	北京未名种
氧化酶	+	+	+	+	+	+	+	+
葡萄糖产气	+	-	+	+	+	+	+	+
甘露醇	+	+	+	+	-	+	+	+
阿拉伯糖	+	+	-	-	-	-	-	-
水杨苷	+	+	-	+	-	-	-	-/+
蔗糖	+	+	+	+	-	-	-	+
VP试验	+	-	+	+	+	+	-	-
赖氨酸脱羧酶	+	-	+	+	+	+	+	-
精氨酸双水解酶	+	+	-	-	+	+	+	-
鸟氨酸脱羧酶	-	-	-	+	-	-	-	-
抗氨基青霉素	+	+	+	+	+	+	-	+

包括嗜水气单胞菌在内的有运动力的气单胞菌具有4种抗原:耐热的O抗原、不耐热的K抗原、鞭毛成份H抗原以及菌毛抗原^[40]。一个菌株只具有一种O抗原,但可不止一种K抗原。Ewing于1961年提出共有12个O抗原和9个H抗原,此后研究者将100°C加热处理获得的O抗原经过交叉吸收后建立了44个O抗原血清群,它们与霍乱弧菌、河弧菌、类志贺邻单胞菌等近缘菌有明显的抗原交叉。最近,国外学者所做的气单胞菌属的O抗原研究表明,目前已超过100个O抗原血清群^[44,45]。

嗜水气单胞菌的血清型与致病性之间可能存在着一定的关系。Mittal等(1980)报道他们所检测的致病菌株有一个共同的O抗原,而非致病菌株则具有其它不同的O抗原^[16],Lallier等(1984)报道鱼致病菌株与无毒力菌株两者的菌毛存在着抗原性差异^[35]。此外,Popoff等(1984)比较了嗜水气单胞菌的鱼致病株与人致病株,发现两者的抗原性非常相似^[40]。应该指出,上述这些结果只是初步的,只有在进一步研究后才能得出可靠的结论。

已知嗜水气单胞菌的不同菌株间存在着毒力差异,强毒株的溶血性可高于低毒株20倍^[36]。致病菌株产生多种毒力因子,如溶血素、细胞毒素、肠毒素和表层蛋白等^[18,20]。有关毒素的研究诸说不一,可以肯定的是,至少在该菌的培养上清中含有一种外毒素,不具典型的A、B亚基结构,是单个分子的多肽,分子量约52kd,具有溶血性,细胞毒性以及肠毒素毒性,抗胰酶,不耐热,与霍乱抗毒素中和试验不交叉,能溶解人O型、兔等红细胞,对Vero、HeLa等细胞有明显的毒性,家兔肠绊结扎试验显示肠积水。上述活性均能被其抗血清所中和。毒素静脉注射小鼠、腹腔注射鲫鱼均有强烈的致死性。作者所在实验室从江苏病鱼分离的菌株所提取的毒素具有上述特性^[37],值得注意的是,这与Asao等(1984)及Rose等(1989)从腹泻病人分离株所提取的毒素极为吻合^[13,41,42],显示了嗜水气单胞菌对不同致病对象致病作用的内在联系。鉴于此种毒素的重要性,有必要给予一个使用方便的名称,作者建议称之为“HEC”毒素,取自它们所具有的溶血性(hemolytic activity)、肠毒素毒性(enterotoxigenicity)以及细胞毒性(cytotoxicity)三个英文词的第一个字母。

新近研究指出,嗜水气单胞菌毒素有 18 种氨基酸组成,其中半胱氨酸含量最低^[31,32,41]。毒素由菌体染色体的特定部位编码,并已搞清其 DNA 序列及其阅读框架,并发现它与金黄色葡萄球菌 α 毒素有一段极为相似的序列^[41]。

Garland 等研究了毒素的溶血机理,发现溶血过程包括结合—聚合—裂解三个步骤,毒素首先与红细胞表面的糖蛋白受体结合,而后形成分子量约 6 倍于单体毒素的多聚体,接着插入红细胞膜使之形成细小孔洞,从而导致红细胞裂解,表现出溶血活性^[22,30]。

流 行 病 学

嗜水气单胞菌的致病范围十分广泛,软体动物的蜗牛有发病的记载,三角帆蚌(*Hyriopsis Cumingii*)的所谓蚌瘟有报道认为病原为本菌。

各种淡水鱼都可感染,可表现为皮肤溃疡的慢性型,如也可致鲤的“红皮炎”^[45],更多的则是患败血症急性死亡,尤其是人工密集养殖的温水鱼在水温较高的季节最为常发,自 1989 年起在我国南方各省家养鲤科鱼广泛流行的暴发性传染病造成严重经济损失,殃及的种类包括鲫(白鲫、异育银鲫)、鳊、鲢、鳙、鲮等,陈怀青等证实产毒素的嗜水气单胞菌为其病原,该菌毒力极强,对健康鲫鱼的半数致死量(LD₅₀)为 5×10^{24} 。各地对暴发性鱼病的病原也进行了研究,结果多数为嗜水气单胞菌^[2]。特种名贵鱼类如黄鳝^[3]、香鱼^[9]等也可发病致死,黄鳝本为野生,在捕捉后集中暂养的夏季发病,病鳝口、鳃流血,体表出血呈红斑状,死亡率高达 80%,用分离菌株实验感染浸泡健康黄鳝可以发病。此外,冷水鱼及观赏热带鱼亦有类似报道^[15,16]。已确诊患病的重要养殖鱼类有鲫、鳊、鲮、鲤、鲢、鳙、草鱼、香鱼、狼鲈、虹鳟、尼罗罗非鱼、斑点叉尾鲴和黄鳝。

两栖动物的蛙早有“红腿病”的报道,牛蛙、爬行动物的鳄鱼及鳖也有殃及,在人工养殖的鳖场流行所谓“甲鱼红脖子病”在我国有所报道,其病原已确定为嗜水气单胞菌,但流行季节比一般淡水鱼早,且不是鱼鳖混养^[1]。

鸟类也有一定的检出率,其中水禽(14.8%)明显高于陆生禽(1.8%),尤以水栖肉食禽的检出率为最(21%),提示食鱼的水禽在嗜水气单胞菌的传播方面可能起重要作用^[23]。

哺乳动物如貂、貉、野兔、牛等可感染本菌并引致败血症而死亡^[7,10,13]。值得注意的是,貂、貉的发病都与食鱼有关,杨臣等(1992)报道了某养猪场的一次流行,千余只死亡,怀孕貉占多数,从所食生鱼肉中分离到与病死貉相同的嗜水气单胞菌,但未说明鱼肉来源于何种鱼类以及加工前是否患病^[1]。

过去多认为嗜水气单胞菌是条件致病菌,这可能与对气单胞菌属的分类鉴定不够精细有关,但近年来渐趋明朗的是,外部条件如水温固然对是否致病有影响,细菌的内在因素往往起更为主导的作用,与大肠杆菌的情况类似,作者认为确切的提法似应用“致病性嗜水气单胞菌”来取代条件致病菌的概念。已有报道证明,同样是嗜水气单胞菌,从鱼体分离的致病菌株比从水中分离的菌株对鱼体皮肤粘液更有亲嗜性,这与前者具有一种分子量 10kd、耐 56°C 的物质有关^[27]。更多的研究者指出致病菌株能产生非致病菌株不产生的外毒素^[4,13,22,34],这似为关键所在。随着对致病菌株在自然界的分布及其传播、感染途径与生态环境的关系等研究的深入,必将澄清某些笼统的概念,从本质上揭示流行病学的内在规律。

病原分离与鉴定

患败血症急性死亡的动物应取其肾、肝等内脏或腹水供分离细菌之用。常用的培养基有血琼脂或添加 10mg/L 氨苄青霉素的血琼脂、胰酪胨大豆琼脂(TSA)或脑心浸液琼脂(BHIA),置 28°C 培养 24 小

(1)见《鱼病简讯》,1988。(3—4):59—57。

时,挑选革兰氏阴性的可疑菌落进一步鉴定。

也可用常用的肠道菌的选择培养基如麦康盖或 SS 琼脂等,嗜水气单胞菌大多不发酵乳糖,菌落不变红。但有人指出,它们的分离率不高,可能是因培养基中某些药物或某些糖类的分解产物有抑制作用之故。Gassner 琼脂(GA)又名水溶蓝偏铬黄琼脂,亦可用于分离培养,不发酵乳糖的嗜水气单胞菌菌落亮绿至黄绿色,并可带黄色圈。而发酵乳糖的细菌如大肠杆菌等菌落深蓝带蓝色圈。GA 的配方为(以克为单位):蛋白胨 7.0,氯化钠 5.0,水溶蓝 0.625,偏铬黄 1.25,乳糖 50.0,琼脂 13.0,蒸馏水 1000 ml,搅拌溶解,调至 pH7.2,高压灭菌后倒平板。

严重污染的病料或腹泻动物的粪便推荐使用 RS 琼脂,即 Rimler-Shotts 琼脂^[18],配方为(以克为单位):L-赖氨酸(盐酸盐)5.0,L-鸟氨酸(盐酸盐)6.5,L-半胱氨酸(盐酸盐)0.3,麦芽糖 3.0,硫代硫酸钠 6.8,溴百里酚蓝 0.03,枸橼酸铁铵 0.8,去氧胆酸钠 1.0,新生霉素 0.005,酵母浸膏 3.0,氯化钠 5.0,琼脂 13.5,蒸馏水 1000ml。搅拌溶解,煮沸 1 分钟,调至 pH7.0,冷却至 45°C 倒平皿。此培养基接种后置 37°C 孵育 24 小时,可见嗜水气单胞菌菌落黄色,假单胞菌、大肠杆菌及肠杆菌绿色,爱德华氏菌绿色带有黑色中心,某些变形杆菌及枸橼酸菌黄色但因产生硫化氢而中心变黑。杀蛙气单胞菌菌落也是黄色,但置 37°C 不能生长。据介绍 RS 琼脂可将嗜水气单胞菌的检出率提高 10 倍。但据 DNA 同源性比较发现,在 RS 琼脂上的黄色菌落还可能不属于嗜水气单胞菌的其它细菌,因此还需进一步作生化或血清学试验。

要注意的是,选择培养基所获得的菌落往往影响其生化反应的结果,有 8% 的此类分离株氧化酶反应阴性,因此必须用 TSA 或 BHIA 的菌落作生化试验。

与弧菌的鉴别也很重要,但嗜水气单胞菌在弧菌选择培养基 TCBS 琼脂上不生长,对新生霉素及弧菌抑制剂 0/129(一种喋啶化合物)有抵抗力,而弧菌正好相反。TCBS 琼脂配方如下(以克为单位):酵母浸膏 5.0,蛋白胨 10.0,蔗糖 20.0,硫代硫酸钠 10.0,柠檬酸钠 10.0,牛胆酸钠 3.0,牛胆汁 5.0,氯化钠 10.0,溴麝香草酚蓝 0.04,琼脂 15.0,蒸馏水 1000ml,调至 pH8.6,煮沸 2 分钟,不可高压。

鉴定是否为嗜水气单胞菌应考虑的要为:革兰氏阴性短杆菌,有运动力,氧化酶阳性,发酵葡萄糖产酸产气,对新生霉素或弧菌抑制剂 0/129 不敏感。此外还有赖于其它生化试验(参见表 2)。

马子行、余传霖提出 9 项生化指标,据认为是关键性的,嗜水气单胞菌的反应为:精氨酸双水解酶(+),赖氨酸脱羧酶(+),鸟氨酸脱羧酶(-),葡萄糖产气(+),VP 试验(+),七叶苷或水杨苷(+),甘露醇或靛基质(+),蔗糖(+),纤维二糖(-)^[11]。

如将待鉴定菌接种细菌快速诊断系统 API 20E 或 API 50E 等试剂盒,可在数值分类的基础上作出鉴定,为国际通用的有效方法,尽管尚不能分辨近年来发现的某些气单胞菌属新种^[15,17]。

血清学诊断方法尚待研究,毒素的检测也许更有实际意义,作者所在实验室建立的检测毒素的点酶法有希望发展成为推广应用的方法。

参 考 文 献

- [1] 马子行、余传霖,1992。气单胞菌属的分类与鉴定。国外医学微生物学分册,15:25-28。
- [2] 孙其焕等,1991。异育银鲫溶血性腹水病原的研究。水产学报,15(2):130-139。
- [3] 陈怀青、陆承平,1991。嗜水气单胞菌:黄鳍出血性败血症的病原。中国人兽共患病杂志,7:21-23。
- [4] ——,1991。家养鲤科鱼暴发性传染病的病原研究。南京农业大学学报,14:87-91。
- [5] 杨正时,1990。气单胞菌分类学研究进展。中国人兽共患病杂志,6:49-52。
- [6] 杨正时等,1990。由气单胞菌的一个新种引起的一次暴发性鱼病的病原学研究。中国微生态学杂志,2:46-52。
- [7] 杨巨等,1992。貉嗜水气单胞菌病的诊断。中国畜禽传染病,(63):17-18。
- [8] 宋元健、何晓青,1990。弧菌科、气单胞菌科和邻单胞菌属分类的进展。国外医学微生物学分册,13:262-264。
- [9] 郑成昌、林恒雄,1987。香鱼 *Aeromonas* 急性败血症。动物医学(43):1-3。

- [10] 虞蕴如等, 1989. 水貂新型败血性疾病病原体的研究. 中国兽医科技, (2): 6—9.
- [11] Allen, D. A. *et al.*, 1983. *Aeromonas media*, a new species isolated from river water. *Int. J. Sys. Bacteriol.*, **33**: 599—604.
- [12] Altwegg, M. *et al.*, 1990 Biochemical identification of *Aeromonas* genospecies isolated from humans. *J. Clin. Microbiol.*, **28**: 258—264.
- [13] Asao, T. *et al.*, 1986. Purification and characterization of an *Aeromonas hydrophila* hemolysin. *Ibid*, **24**: 228—232.
- [14] Atkinson, H. M. *et al.*, 1980. Hemagglutination properties and adherence ability of *Aeromonas hydrophila*. *Infect. Immun.*, **27**: 938—946.
- [15] Austin B. *et al.*, 1985. Bacterial pathogens of fish. *J. Appl. Bacteriol.*, **38**: 483—506.
- [16] Carnahan, A. *et al.*, *Aeromonas jandaei*: (formerly genospecies DNA group 9 *A. sobria*), a new sucrose-negative species isolated from clinical specimens. *J. Clin. Microbiol.*, **29**: 560—564.
- [17] —, 1991. *Aeromonas trota sp. nov.*, an ampicillin-susceptible species isolated from clinical specimens. *Ibid*, **29**: 1206—1210.
- [18] Cipriano, R. C. *et al.*, 1984. *Aeromonas hydrophila* and motile Aerononad septicemias of fish, Fish disease leaflet 68, United States Dept. of the interior, Washington D. C.
- [19] Colwell, R. R. *et al.*, 1986. Proposal to recognize the family *Aeromonadaceae* fam. nov. *Int. J. Syst. Bacteriol.*, **36**: 473—477.
- [20] Dooley, J. *et al.*, 1988. Surface protein composition of *Aeromonas hydrophila* strains virulent for fish: identification of a surface assay protein. *J. Bacteriol.*, **170**: 499—506.
- [21] Figura, N. *et al.*, 1987. Differentiation of motile and mesophilic *Aeromonas* strains into species by testing for a CAMP-like factor. *J. Clin. Microbiol.*, **25**: 1341—1342.
- [22] Garland, W. J. *et al.*, 1988. The cytolytic toxin aerolysin must aggregate to disrupt erythrocytes, and aggregation is stimulated by human glycophorin. *Infect. Immun.*, **56**: 1249—1253.
- [23] Gluender, G. 1988. Occurrence of *Aeromonas hydrophila* in birds. *J. Vet. Med. B*, **35**: 331—337.
- [24] Gracey, M. V. *et al.*, 1982. *Aeromonas*-associated gastroenteritis. *Lancet*, **11**: 1304—1306.
- [25] Hazen, T. C. *et al.*, 1978. Prevalence and distribution of *Aeromonas hydrophila* in the United States. *Appl. Env. Microbiol.*, **36**: 731—738.
- [26] —, 1979. Distribution of *Aeromonas hydrophila* in natural man-made thermal effluents. *Ibid*, **38**: 166—168.
- [27] —, 1982. Chemotaxis of *Aeromonas hydrophila* to the surface mucus of fish. *Curr. Microbiol.*, **7**: 371—375.
- [28] Hickman-Brenner, F. W. *et al.*, 1987. *Aeromonas veronii*, a new ornithine decarboxylase-positive species that may cause diarrhea. *J. Clin. Microbiol.*, **25**: 900—906.
- [29] —, 1988. *Aeromonas schubertii*, a new mannitol-negative species found in human clinical specimens. *Ibid*, **26**: 1561—1564.
- [30] Howard, S. P. *et al.*, 1985. Activation of the hole-forming toxin aerolysin by extracellular processing. *J. Bacteriol.*, **169**: 2869—2871.
- [31] —, 1987. Nucleotide sequence of the gene for the hole-forming toxin Aerolysin of *Aeromonas hydrophila*. *Ibid*, **169**: 2869—2871.
- [32] Johnson, W. M. & H. Lior, 1981. Cytotoxicity and suckling mouse reactivity of *Aeromonas hydrophila* isolated from human sources. *Can. J. Microbiol.*, **27**: 1019—1027.
- [33] Kozaki, S. *et al.*, 1987. Activities of *Aeromonas hydrophila* hemolysins and their interaction with erythrocyte membrane. *Infect. Immun.*, **55**: 1594—1596.
- [34] Lallier, R. *et al.*, 1984. Difference in the extracellular products of two strains of *Aeromonas hydrophila* virulence and weakly virulent for fish. *Can. J. Microbiol.*, **30**: 900—904.
- [35] —, 1984. Antigenic differentiation of pill from non-virulent and fish pathogenic strains of *Aeromonas hydrophila*. *J. Fish Dis.*, **7**: 509—512.
- [36] Singh, A. *et al.*, 1977. *Aeromonas hydrophila* in acute diarrheal disease: detection of enterotoxin

- and biotyping of strains. *J. Clin. Microbiol.*, **6**: 96—100.
- [37] Lu, C. P. *et al.*, 1991. *study on Aeromonas hydrophila isolated from cultured cyprinoid fishes with septicemia in China*. 14th annual AFS/FHS meeting, Newport, Oregon, August, p. 61.
- [38] McCarthy, D. H. & R. J. Roberts, 1980. Furunculosis of fish—the present state of our knowledge. Droop, M. R. ed. *Advances of aquatic microbiology*. (2), Academic Press Inc., New York
- [39] Popoff, M. 1984. Genus III *Aeromonas*. Krieg, N. R. & J. G. Holt ed., *Bergey's manual of systematic bacteriology*. (1) Williams Wilkins Co. Baltimore. p. 545—548.
- [40] —, 1984. Biochemical and serological characterization of *Aeromonas*. *Methods in Microbiol*, **16**: 127—143.
- [41] Rose, J. M. *et al.*, 1989. Bioactivity and immunological characterization of a cholera toxin-cross-reactive cytolytic enterotoxin from *Aeromonas hydrophila*. *Infect. Immun.*, **57**: 1170—1176.
- [42] —, 1989. Purification and chemical characterization of a cholera toxin-cross-reactive cytolytic enterotoxin produced by a human isolated of *Aeromonas hydrophila*. *Ibid*, **57**: 1165—1169.
- [43] Schubert, R. H. W. *et al.*, 1988. *Aeromonas eucrenophila* species nova *Aeromonas caviae* a later and illegitimate synonym of *Aeromonas punctata*. *Zentralbl. Bakteriologie. Hyg. Abt. 1 Orig. Reihe A*, **268**: 34—39.
- [44] Shimada, T. *et al.*, 1991. Comparison of two O-serogrouping systems for mesophilic *Aeromonas* spp. *J. Clin. Microbiol.*, **29**: 197—199.
- [45] Sioutas, S. *et al.*, 1991. Carp erythrodermatitis (CE) due to an *Aeromonas hydrophila* infection. *J. Vet. Med.*, **B 38**: 186—194.
- [46] Staley J. T. *et al.*, 1987. *Enhydrobacter aerosaccus* gen. nov., sp. nov., a gas-vacuolated facultatively anaerobic, heterotrophic rod. *Int. J. Syst. Bacteriol.*, **37**: 289—291.
- [47] Stelma, G. N. *et al.*, 1986. Evidence for the direct involvement of beta-hemolysin in *Aeromonas hydrophila* enteropathogenicity. *Curr. Microbiol.*, **14**: 71—77.
- [48] Thomas, L. V. *et al.*, 1990. Extended serogrouping scheme for motile, mesophilic *Aeromonas* species. *J. Clin. Microbiol.*, **28**: 980—984.

《大连水产学院学报》征订

大连水产学院是我国重要的水产教育与科研基地之一。本院主办的大连水产学院学报，是以水产科学为主的学术性期刊，具有较高的理论水平和一定的实用价值及信息价值，适合各水产教育、科研、生产单位及广大从事水产科学的研究人员订阅。

本刊刊登的主要内容有：水生生物、水产增养殖、水产捕捞和航海、水产品加工、渔业机械和轮机管理、渔业电子、渔船设计与制造、渔港设计与建筑及数、理、化等学科的研究论文与研究简报。

本刊公开发行，全年定价4元(含邮费)。另外，本刊尚有部分过期期刊，数量有限，欢迎订阅。

汇款地址：大连市黑石礁大连水产学院学报编辑部。邮政编码：116024

大连水产学院学报编辑部