

文章编号: 1000-0615(2001)05-0432-06

## 细菌 QJ2 对对虾病原性哈维氏弧菌的拮抗作用

莫照兰<sup>1,2</sup>, 俞 勇<sup>2</sup>, 王祥红<sup>2</sup>, 李会荣<sup>2</sup>, 纪伟尚<sup>2</sup>, 徐怀恕<sup>2</sup>

(1. 中国科学院海洋研究所, 山东 青岛 266071; 2. 青岛海洋大学海洋生命学院, 山东 青岛 266003)

**摘要:**对气味黄杆菌 (*Flavobacteria odoratum*) QJ2 及其去细胞上清液 (CFS) 对对虾病原性哈维氏弧菌 (*Vibrio harveyi*) Z<sub>3</sub>G<sub>2</sub>、E022 的拮抗作用进行了研究。QJ2 的 CFS 对病原菌表现显著的拮抗性能, 在 6h 内使数量为 10<sup>5</sup> - 10<sup>6</sup> cfu·mL<sup>-1</sup> 的病原菌 Z<sub>3</sub>G<sub>2</sub>、E022 均降为 0。经热、酸碱、蛋白酶处理的 CFS, 抑菌活性均有不同程度下降, 结果为: 经 60℃ 处理 60min 的 CFS, 经 6h 使 Z<sub>3</sub>G<sub>2</sub> 细菌数降为 0, 经 15min 使 E022 数量降为最低, 为初始菌数的 63.0%; 经 100℃ 处理 10min, CFS 使 Z<sub>3</sub>G<sub>2</sub> 和 E022 数量分别在 1h 和 15min 降为最低, 各为初始菌数的 23.7% 和 72.1%; 经 pH4 作用 30min, CFS 使 Z<sub>3</sub>G<sub>2</sub> 和 E022 数量分别在 15min 和 1h 降为最低, 各为初始菌数的 88.3% 和 15.9%, 而经 pH12 处理 30min 后, CFS 没有使病原菌数下降, 但使病原菌以比对照组细菌低的速率缓慢上升; 经蛋白酶 K 于 37℃ 作用 60min 后, CFS 在 15min 时使 Z<sub>3</sub>G<sub>2</sub> 和 E022 数量降为最低, 各为初始菌数的 15.0% 和 66.1%。在人工水体中, QJ2 活菌对病原菌也具有显著的拮抗性能, 在 24h 内使 Z<sub>3</sub>G<sub>2</sub>、E022 数量下降到最低值, 各下降了 1.6、2.4 Log<sub>10</sub> 数量级。结果表明 QJ2 产生的抗性物质为细菌素, 对病原性哈维氏弧菌具有良好的拮抗作用。

**关键词:** 气味黄杆菌; 病原性哈维氏弧菌; 拮抗

**中图分类号:** S945      **文献标识码:** A

## The antagonistic activities of bacterial strain QJ2 against shrimp pathogenic *Vibrio harveyi*

MO Zhao-lan<sup>1,2</sup>, YU Yong<sup>2</sup>, WANG Xiang-hong<sup>2</sup>, LI Hui-rong<sup>2</sup>, JI Wei-shang<sup>2</sup>, XU Huai-shu<sup>2</sup>

(1. Institute of Oceanology, CAS, Qingdao 266071, China;

2. College of Marine Life Sciences, Ocean University of Qingdao, Qingdao 266003, China)

**Abstract:** The antagonistic activities of living bacteria of strain QJ2, *Flavobacterium odoratum* and its cell-free supernatant (CFS), were studied against two shrimp pathogenic strains of *Vibrio harveyi*, Z<sub>3</sub>G<sub>2</sub> and E022. The CFS of QJ2 exhibited evident antagonistic activities against the pathogens, reducing the numbers of both pathogens from 10<sup>5</sup> - 10<sup>6</sup> cfu·mL<sup>-1</sup> to zero in 6h. The inhibitory activities of CFS decreased after treatment by heat, acid and alkali, and proteinase. The number of Z<sub>3</sub>G<sub>2</sub> was decreased to zero in 6h by the inhibition of CFS treated at 60℃ for 60 min, and E022 maximally to 63.0% of the initial number in 15min; while Z<sub>3</sub>G<sub>2</sub> and E022 reduced maximally to 23.7% of the initial number in 1h and 72.1% in 15 min, respectively, by the CFS treated at 100℃ for 10 min. The numbers of Z<sub>3</sub>G<sub>2</sub> and E022 were decreased maximally to 88.3% of the initial number in 15 min and 15.9% in 1h, respectively, by the inhibition of CFS treated by pH 4 for 30 min; both bacteria

收稿日期: 2000-11-07

基金项目: 国家“九五”重点科技攻关资助项目 (96-005-03-01-03)

第一作者: 莫照兰 (1967-), 女, 广西南宁人, 博士, 主要从事海洋微生物学研究。Tel: 0532-2879062-2107, E-mail: devbiol@ms.qdio.

ac.cn

increased gradually with a growth rate lower than that of the controls, by the CFS treated by pH 12 for 30 min. By the inhibition of CFS exposed to proteinase K at 37°C for 1h, both Z<sub>3</sub>G<sub>2</sub> and E022 decreased maximally to 15.0% and 66.1% of the initial number in 15 min, respectively. In the artificial seawater system, the living bacteria of QJ2 showed evident antagonistic activities to pathogens in 24h, reducing the number of Z<sub>3</sub>G<sub>2</sub> and E022 by 1.6 Log<sub>10</sub> and 2.4 Log<sub>10</sub> orders of magnitude, respectively. Results showed that QJ2 produced bacteriocin to antagonize the pathogenic *Vibrio harveyi*.

**Key words:** *Flavobacterium odoratum*; pathogenic *Vibrio harveyi*; antagonism

拮抗是细菌或其它微生物相互作用的一种方式,有的微生物可在环境中分泌抗生素,很快杀死其它微生物;有的细菌产生细菌素,可杀死与其亲缘关系相近种;也有的在生态系统是营养竞争的胜利者,在自然环境中占有生存的优势。微生物间的这种相互作用很早便用于控制人和动物的疾病,如乳酸杆菌、双歧杆菌、假单胞菌等有益微生物常用于肠道疾病的控制<sup>[1-3]</sup>。近年来,有拮抗作用的益生菌(Probiotic)逐渐被用于水产养殖控制水体病原,如:在鱼类养殖中,利用荧光假单胞菌抑制水霉孢子的萌发<sup>[4]</sup>,或拮抗病原性杀鲑气单胞菌<sup>[5]</sup>;在虾、贝生产中,利用溶藻胶弧菌、产色素细菌控制苗期的多种病原性弧菌<sup>[6,7]</sup>。

许多弧菌可引起对虾的严重疾病<sup>[8-10]</sup>,在养殖中控制弧菌病的方法多用抗生素和化学药品,结果不仅养殖水体的正常菌群遭到破坏,还导致病原菌株的耐药性,严重地污染生态环境,因此利用生态养殖方法控制病原性弧菌是防治对虾弧菌病的一条途径。海水环境及健康动物体内是拮抗菌的来源之一,1996~1998年我们从海水养殖环境分离到多株对许多病原性弧菌具有拮抗作用的细菌,其中气味黄杆菌 QJ2 (*Flavobacterium odoratum*) 的拮抗作用最明显<sup>[11]</sup>。哈氏弧菌是对虾苗期的重要病原<sup>[12-14]</sup>,本实验对 QJ2 拮抗对虾病原性哈氏弧菌的特性进行了研究,为其应用于养殖水体拮抗病原菌提供理论基础。

## 1 材料和方法

### 1.1 菌株

拮抗菌 QJ2 (*Flavobacterium odoratum*) 由本实验室分离和保存。病原性哈氏弧菌 (*Vibrio harveyi*) Z<sub>3</sub>G<sub>2</sub> 为本实验室分离的中国对虾苗期病原菌, E022 为比利时根特大学微生物实验室赠送的万氏对虾 (*Penaeus vannamei*) 苗期病原菌。

### 1.2 去细胞上清液(CFS)的制备

将拮抗菌于 2216E 海水培养基(0.5%蛋白胨,0.1%酵母粉,0.01% FePO<sub>4</sub>,陈海水)中振荡(50~100 r·min<sup>-1</sup>)培养 24h,培养物经 9 000 r·min<sup>-1</sup>低温离心 15min 除去细胞,上清经 0.22μm 滤膜过滤除菌即得 CFS,测定 pH 后储存于 4℃冻箱待用。

### 1.3 CFS 对病原菌的作用

病原菌于 2216E 液体培养基培养过夜,3 000r·min<sup>-1</sup>离心 30min 得细胞沉淀,以无菌海水悬浮后取适量加到 CFS 中,调节细菌浓度为 10<sup>5</sup>~10<sup>6</sup> cells·mL<sup>-1</sup>,以灭菌海水(含 0.1%蛋白胨)代替 CFS 作对照,置 28℃培养箱孵化,分别于 0min,15min,1h,3h,6h,24h 取样于 2216E 平板上进行活菌菌落计数。

### 1.4 CFS 对热、酸碱、酶的敏感性

#### 1.4.1 对热的敏感性

CFS 分别经 60℃水浴 60min、100℃水浴 10min 后,置冰浴 10min 停止反应。加入病原菌悬浊液,同 1.3 方法进行计数。

### 1.4.2 对酸碱的敏感性

用  $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaOH}$  或  $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HCl}$  将 CFS 的 pH 调至 12 或 4, 置  $28^\circ\text{C}$  作用 30min 后, 用酸或碱调至 pH8.0, 加入病原菌悬液, 定时取样进行细菌计数。

### 1.4.3 对蛋白酶 K 的敏感性

将蛋白酶 K 溶液加入 CFS (终浓度为  $1 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ ), 置  $37^\circ\text{C}$  水浴作用 1h, 取出加入苯甲基磺酰氟 (PMSF, 终浓度  $20 \mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ) 终止反应, 然后加入病原菌悬液, 进行细菌计数。

未加入 CFS 作用的病原菌数量作为上述三种处理的对照。

## 1.5 QJ2 活菌在人工水体的拮抗作用

在 50mL 的灭菌海水 (含 0.1% 蛋白胨, 0.05% 酵母膏) 接入培养过夜的拮抗菌悬液 0.5mL, 24h 后接入病原菌悬液 (终浓度为  $10^5 \sim 10^6 \text{ cells} \cdot \text{mL}^{-1}$ ), 置  $28^\circ\text{C}$  培养, 每天定时取样于 2216E 或 TCBS (硫代硫酸盐-柠檬酸盐-胆盐-蔗糖琼脂) 平板上计数, 连续观察 5d。对照设三组, 一组为仅加拮抗菌的海水, 另两组为分别加病原菌的海水, 各菌悬液同上述方法同步加入。

## 2 结果

### 2.1 病原菌在 QJ2 去细胞上清液的生长

病原菌的生长受 QJ2CFS 的抑制。15min 时  $Z_3G_2$  细菌数由  $9.0 \times 10^5 \text{ cfu} \cdot \text{mL}^{-1}$  下降为  $2.67 \times 10^5 \text{ cfu} \cdot \text{mL}^{-1}$ , E022 由  $5.67 \times 10^5 \text{ cfu} \cdot \text{mL}^{-1}$  下降为  $3.21 \times 10^5 \text{ cfu} \cdot \text{mL}^{-1}$ ; 随着作用时间延长, 细菌数急剧下降, 到 6h 时两种病原菌数量均下降为 0 (图 1)。未加 CFS 的病原菌经过短暂的延滞期后呈对数生长, 细菌数渐渐增加。结果表明细菌 QJ2 分泌抗性物质到胞外, 抑制病原菌的生长。

### 2.2 CFS 对热的敏感性

QJ2CFS 经  $60^\circ\text{C}$  处理 60min 后, 对病原菌  $Z_3G_2$  仍具有显著的抑制活性, 15min 时  $Z_3G_2$  数量下降至初始菌数的 30.7%, 6h 时细菌数降为 0; 而对病原菌 E022 的抑菌活性显著下降, 15min 时使其数量下降至初始菌数的 63.0%, 此后呈逐渐上升趋势。

经  $100^\circ\text{C}$  处理 15min 后, 15min 时 E022 细菌数降为最低, 为初始菌数的 72.1%; 而  $Z_3G_2$  在 1h 时降为最低, 为初始菌数的 23.7%。病原菌数量经过短暂的下降后, 呈现出逐渐增长的趋势 (图 2 - b)。

相对地, 对照组病原菌数呈上升趋势。

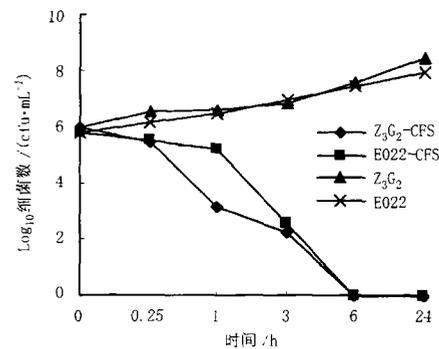
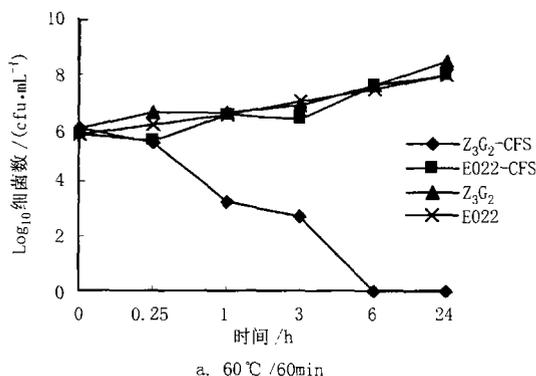


图 1 QJ2 CFS 对病原菌的抑制作用

Fig.1 The inhibitory activities to pathogens by CFS of QJ2

注: -◆-  $Z_3G_2$ -CFS 示病原菌  $Z_3G_2$  在 CFS 中的存活曲线;  
-■- E022-CFS 示病原菌 E022 在 CFS 中的存活曲线;  
-▲-  $Z_3G_2$ 、-x- E022 分别表示病原  $Z_3G_2$ 、E022 在海水中 (含 0.1% 蛋白胨) 的生长曲线。以下图示相同。

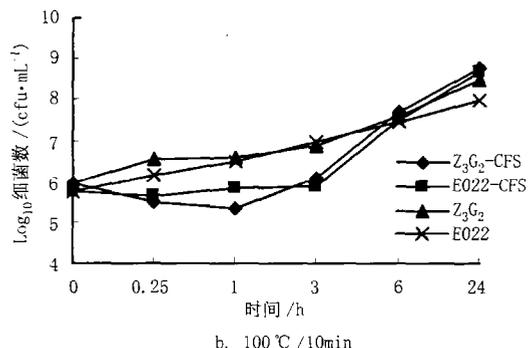


图 2 热处理的 QJ2 CFS 对病原菌的抑制作用

Fig.2 The inhibitory activities to pathogens by CFS of QJ2 treated by heat

### 2.3 CFS 对酸、碱的敏感性

QJ2CFS 经过 pH4 处理 30min 后,使 E022 和 Z<sub>3</sub>G<sub>2</sub> 的数量分别在 1h 和 15min 下降至最低值,各为初始菌数的 15.9% 和 88.3% (图 3 - a);经 pH12 处理 30min 后,CFS 的抑制活性大大降低,在 1h 内病原菌呈缓慢上升趋势,但与对照组相比,其上升速率很缓慢(图 3 - b)。结果可以看出,强酸、碱处理使 QJ2 去细胞上清液的抑菌活性明显降低;相对地,在酸性条件下,作用于 E022 的抗性物质的稳定性较作用于 Z<sub>3</sub>G<sub>2</sub> 的稳定性高。

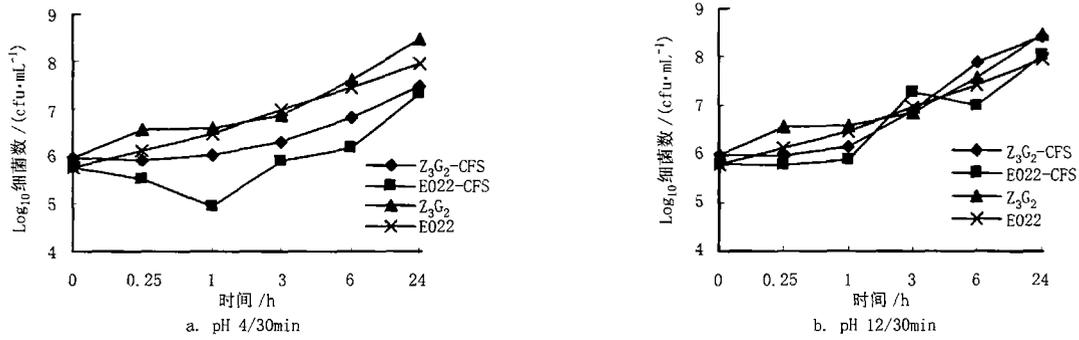


图 3 经酸碱处理的 CFS 对病原菌的抑制作用

Fig. 3 The inhibitory activities to pathogens by CFS of QJ2 treated by acid or alkali

### 2.4 CFS 对蛋白酶的敏感性

经蛋白酶 K 处理后,QJ2CFS 对病原菌的抑制活性明显下降,在 15min 时,Z<sub>3</sub>G<sub>2</sub> 数量降为初始菌数的 15.0%,而 E022 降为初始菌数的 66.1% (图 4)。结果表明 QJ2CFS 的活性物质具有蛋白质性质。未加 CFS 的对照组的病原菌数呈上升趋势。

### 2.5 QJ2 在模拟水体中的拮抗活性

QJ2 在 2216E 平板上产生褐色色素,在 TCBS 上不生长,而病原菌 Z<sub>3</sub>G<sub>2</sub> 和 E022 在 TCBS 上为黄色菌落,因此用两种培养基来观察水体细菌数的变化。在模拟水体中加入拮抗菌,24h 后加入病原菌,水体中病原菌的数量变化如图 5。从图中可看到,在 QJ2-病原菌拮抗体系,QJ2 数量在 10<sup>7</sup> ~ 10<sup>8</sup>cfu·mL<sup>-1</sup>波

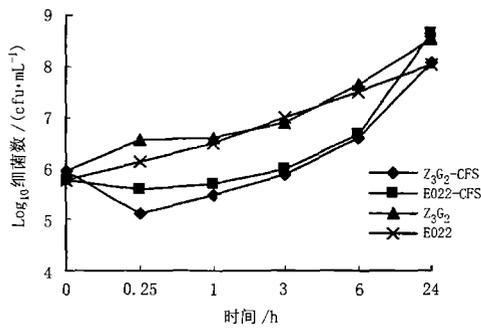


图 4 经蛋白酶 K 处理后的 CFS 的病原菌抑制作用

Fig. 4 The inhibitory activities to pathogens by CFS of QJ2 treated by proteinase

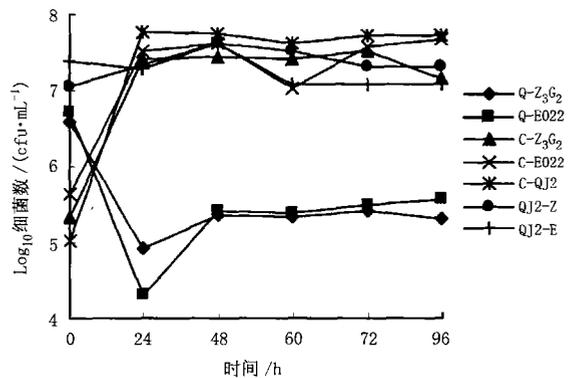


图 5 模拟水体病原的数量变化

Fig. 5 Number of pathogenic bacteria in artificial seawater system

注: -◆- Q-Z<sub>3</sub>G<sub>2</sub>, -■- Q-E022 分别为 QJ2 病原菌拮抗体系中 Z<sub>3</sub>G<sub>2</sub>、E022 的数量; -●- QJ2-Z, -+ - QJ2-E 分别为 QJ2-病原菌拮抗体系中拮抗菌 QJ2 的数量; -▲- C-Z<sub>3</sub>G<sub>2</sub>, -x- C-E022, -\* - C-QJ2 分别为对照体系病原菌 Z<sub>3</sub>G<sub>2</sub>、E022 以及拮抗菌 QJ2 的数量。

动;而病原菌数量在24h内下降到最低, $Z_3G_2$ 、E022分别下降了1.6和2.4 $\text{Log}_{10}$ 数量级,此后细胞数量渐渐上升,在以后的三天内维持在 $2.06 \sim 3.61 \times 10^5 \text{cfu} \cdot \text{mL}^{-1}$ 。各对照体系的细菌数量变化趋势一致,QJ2、 $Z_3G_2$ 和E022在24h内分别由 $1.08 \times 10^5 \text{cfu} \cdot \text{mL}^{-1}$ 、 $2.13 \times 10^5 \text{cfu} \cdot \text{mL}^{-1}$ 、 $4.25 \times 10^5 \text{cfu} \cdot \text{mL}^{-1}$ 上升为 $5.75 \times 10^7 \text{cfu} \cdot \text{mL}^{-1}$ 、 $2.53 \times 10^7 \text{cfu} \cdot \text{mL}^{-1}$ 、 $3.18 \times 10^7 \text{cfu} \cdot \text{mL}^{-1}$ ,以后均在 $10^7 \sim 10^8 \text{cfu} \cdot \text{mL}^{-1}$ 波动。结果表明了在模拟水体中, $10^7 \sim 10^8 \text{cfu} \cdot \text{mL}^{-1}$ 的QJ2可将病原菌数量控制在 $10^4 \sim 10^5 \text{cfu} \cdot \text{mL}^{-1}$ 左右。

### 3 讨论

我们对对虾养殖水体分离到5株拮抗菌,其中QJ2具有广泛的抑菌谱,能抑制多种病原性弧菌的生长<sup>[11]</sup>。从实验结果可看到,经24h的培养后,QJ2抑菌物质分泌到细胞外,抑制病原菌的生长。这些在对数期产生的具有蛋白质特性的杀菌物质称作:“细菌素”(bacteriocin)<sup>[15]</sup>。

QJ2产生的细菌素对病原性哈维氏弧菌作用非常迅速,在15min内使其细菌数大大降低。虽然 $Z_3G_2$ 和E022同为哈维氏弧菌,但它们对QJ2细菌素的敏感性有明显差异,如经CFS作用1h后, $Z_3G_2$ 细菌数下降了98.4%,而E022下降了70.5%。经酸、碱、热等处理后的QJ2细菌素对病原菌的作用能力也有明显差异,如CFS经pH4处理后,经1h使E022细菌数下降了84.1%,而经15min仅使 $Z_3G_2$ 数量下降了11.7%;经蛋白酶K处理后,经15min使 $Z_3G_2$ 数量下降了85.0%,而E022数量下降了33.9%。从试验结果看,QJ2细菌数对热、酸碱等有一定的耐受程度,但极端的热、酸碱及蛋白酶的作用均能使其杀菌活力下降。

实验中发现,在CFS-病原菌作用体系,当病原菌的数量下降到最低值后,体系中未被杀死的病原菌经过一段时间渐渐繁殖起来,最终保持在一比较恒定的数量。这种现象可能是因为作用于敏感细胞的抑菌物质减少,或是抑菌物质的活力随时间和环境的变化而降低,这两者直接或间接地减弱了抗性物质对病原菌细胞的作用,而最终使病原菌生长繁殖起来。

在QJ2-病原菌混合的模拟水体中,在较短时间内(24h)病原菌数目有较大的下降,表明QJ2活菌的拮抗作用很明显。从结果看到,经过一段时间后,拮抗菌在水体中的细菌数维持在 $10^7 \sim 10^8 \text{cfu} \cdot \text{mL}^{-1}$ ,而病原菌维持在 $10^5 \sim 10^6 \text{cfu} \cdot \text{mL}^{-1}$ ,两者达到相持阶段,这与Lemos等<sup>[16]</sup>的研究结果一致。由于拮抗菌QJ2的抗性物质主要是在对数生长期中产生,实验时先在水体加入拮抗菌,让其在水体中繁殖起来,伴随着数量的增加,抗性物质便产生,而随后加入的病原菌即刻被作用而使菌数下降。由于模拟水体中的营养物质不是很丰富,有抗性作用的代谢物的浓度不足以杀死全部的病原菌,因而病原菌数在下降或维持较低的数目后便渐渐生长繁殖起来;同时由于QJ2在水体中有较大的数量优势,并且在生长的后期仍然有抑制物质少量地产生,因此病原菌未能有足够的营养和生存空间来生长和繁殖,在水体中便维持一定的数目,和拮抗菌达到平衡。有资料表明,当水体中的弧菌数达到 $10^5 \text{cell} \cdot \text{mL}^{-1}$ 以上时,对虾易患弧菌病<sup>[13]</sup>,因此利用拮抗菌将病原菌数量控制在一定的数量之下,无疑对对虾养殖有重要的意义。鉴于QJ2可有效拮抗水体中的病原性哈维氏弧菌,下一步工作将研究其在对虾育苗水体中的作用。

#### 参考文献:

- [1] Fuller R. Epithelial attachment and other factors controlling the colonization of the intestine of the gnotobiotic chicken by *Lactobacilli* [J]. J Applied Bacteriology, 1978, 46: 335 - 342.
- [2] Parker R B. Probiotics: the other half of the antibiotic story [J]. Animal Nutrition and Health, 1974, 29: 4 - 8.
- [3] Roach S, Tanock G W. Indigenous bacteria that influence the number of *Salmonella typhimurium* in the spleen of intravenously challenged mice [J]. Can Microbiol, 1980, 26: 408 - 411.
- [4] Bly J E, S M-A Quiniou, Lawson L A, et al. Inhibition of *Saprolegnia* pathogenic for fish by *Pseudomonas fluorescens* [J]. J Fish Dis, 1997, 20: 35 - 40.
- [5] Smith P, Davey S. Evidence for the competitive exclusion of *Aeromonas salmonicida* from fish with stress-inducible furunculosis by a fluorescent pseudomonad [J]. J Fish Dis, 1993, 16: 521 - 524.
- [6] Austin B, Austin D A. A probiotic strain of *Vibrio alginolyticus* effective in reducing disease caused by *Aeromonas salmonicida*, *Vibrio anguillarum*

- and *Vibrio ordalii* [J]. *J Fish Dis*, 1995, 18: 93 - 96.
- [7] Akifumi Nakamura, Keisuke G, Takahashi, et al. Vibriostatic bacteria isolated from rearing seawater of oyster brood stock: potentiality as biocontrol agents for vibriosis in oyster larvae [J]. *Fish Pathol*, 1999, 34(3): 139 - 144.
- [8] 战文斌, 周丽, 陈章群, 等. 一种新的中国对虾弧菌病原菌——产气弧菌 [J]. *海洋与湖沼*, 1997, 28(1): 21 - 26.
- [9] 王立平, 张晓华, 刘镁, 等. 中国对虾糠虾幼体病原菌(非 O1 霍乱弧菌)的研究 [J]. *中国水产科学*, 1997, 4(1): 45 - 41.
- [10] 郑国兴, 沈亚林, 李何, 等. 中国对虾病原菌(鳃弧菌)的研究 [J]. *水产学报*, 1990, 14(1): 1 - 5.
- [11] 莫照兰, 俞勇, 王祥红, 等. 弧菌拮抗菌的筛选 [J]. *青岛海洋大学学报*, 2001, 31(2): 225 - 231.
- [12] Liu P C, Lee K K, Chen S N. Pathogenicity of different isolates of *Vibrio harveyi* in Tiger, *Penaeus monodon* [J]. *Lett Appl Microbiol*, 1996, 22: 413 - 416.
- [13] 李军, 李筠, 王祥红, 等. 中国对虾幼体致病菌(哈维氏弧菌)的生物学特性及其药物敏感性 [A]. 徐怀恕: 对虾苗期细菌并病害的诊断与控制(欧盟欧洲委员会资助项目研究论文集) [C]. 北京: 海洋出版社, 1999. 52 - 58.
- [14] Lavilla-Pitogo C R, Baticados M C L, Cruz-Lacierda E R, et al. Occurrence of luminous bacterial disease of *Penaeus monodon* larvae in the Philippines [J]. *Aquac*, 1990, 91: 1 - 13.
- [15] Tagg J R, Dajani A S, Wannamaker L W. Bacteriocins of Gram-positive bacteria [J]. *Bacteriological Reviews*, 1976, 40: 722 - 756.
- [16] Lemos M L, Dopozo C P, Alicia E, et al. Competitive dominance of antibiotic-producing marine in mixed cultures [J]. *Applied Bacteriology*, 1991, 71: 228 - 232.

## 欢迎订阅 2002 年《生态学报》

《生态学报》是中国生态学会主办的综合性学术刊物,创刊于 1981 年。主要报道生态学各领域(如:动物生态、植物生态、微生物生态、农业生态、森林生态、草地生态、土壤生态、海洋生态、淡水生态、景观生态、区域生态、化学生态、污染生态、经济生态、系统生态、城市生态、人类生态等众多学科)的学术论文;特别欢迎能反映现代生态学发展方向的综述性文章;创造性研究报告和研究简报;生态学新理论、新方法、新技术介绍;生态学重要书刊评介和学术、科研动态及开放实验室介绍等。为促进学术、科研信息的交流,欢迎踊跃投稿。

《生态学报》多年来受到广大读者的欢迎和赞誉。为进一步适应生态学学科发展和学术交流的需要,本刊自 2001 年起由双月刊改为月刊,以加快出版周期,使《生态学报》更好地为国内外从事生态学研究的科技工作者、广大干部及高等院校师生服务。

《生态学报》为月刊,每期 128 页,信息容量约 27 万字。期定价 20.00 元,年定价 240.00 元。国内统一刊号:CN11-2031/Q;国际标准刊号:ISSN 1000-0933;国外发行代号:M670;国内邮发代号:82-7。全国各地邮局均可订阅。

《生态学报》编辑部地址:北京海淀区双清路 18 号,邮政编码:100085,电话:(010) 62941099

E-mail: Shengtaixuebao@sina.com