

光合细菌对水产养殖水质和水生生物的影响

付保荣¹, 曹向宇², 冷 阳¹, 顾继光³, 马汐平¹, 李法云¹, 杜 麟¹

1. 辽宁大学环境学院, 沈阳 110036
2. 辽宁大学生命科学院, 沈阳 110036
3. 暨南大学生态学系, 广州 510632

【摘要】 研究光合细菌对水产养殖水体的水质, 如化学需氧量(COD)、氨氮(NH₄⁺-N)、溶解氧(DO)、pH 等指标, 及对水生生物, 如藻类植物和细菌的种群组成的影响。结果表明: 鲤鱼养殖水中投放一定量的光合细菌, 能明显去除水中有机物和 NH₄⁺-N, 增加 DO 的含量, 稳定 pH 值。光合细菌对水中藻类也有明显影响, 0.50%、1%剂量组中藻类明显增加, 其中硅藻在所有藻类中所占比例可达 26%以上, 绿藻所占比例达 60%左右, 而以蓝藻为主的杂藻则下降到 10%左右。光合细菌对有害菌有一定的抑制作用, 使得弧菌属、气单胞菌属等致病菌所占比例显著降低。

关键词: 光合细菌; 水产养殖; 水质; 水生生物

中图分类号: X172 文献标识码: A 文章编号: 1008-8873(2008)02-102-05

Effect of photosynthetic bacteria on the quality and hydrobios of aquaculture water

FU Bao-rong¹, CAO Xiang-yu², LENG Yang¹, GU Jig-uang³, MA Xi-ping¹, LI Fa-yun¹, DU Lin¹

1. School of Environmental Science, Liaoning University, Shenyang 110036, China
2. School of Life Science, Liaoning University, Shenyang 110036, China
3. Department of Ecology, Jinan University, Guangzhou 510632, China

Abstract: Effects of photosynthetic bacteria(PSB) on the aquaculture water quality such as chemical oxygen consumption(COD), ammonia nitrogen(NH₄⁺-N), dissolved oxygen(DO) and pH were investigated. Besides, the effects of PSB on the composition of population of hydrobios including phycophyta and water bacteria were also estimated in our studies. The results showed that PSB could reduce the organic content and NH₄⁺-N, but raise the DO content. At the same time, the phycophyta biomass could be affected by the PSB. In 0.50% group and 1% group, the phycophyta biomass was increased obviously. The proportion of the *bacillariophyta* was occupied up to 26%; the proportion of the *chlorophyta* was amounted to 60%; whereas the proportion of the *cyanophyta* decreased by 10%. Moreover, the composition of water bacteria population in the aquaculture water was effected by the PSB, with the proportion of *vibrio* and *aeromonas* decreasing obviously.

Key words: photosynthetic bacteria; aquaculture water ; water quality; hydrobios

收稿日期: 2008-02-09 收稿, 2008-04-20 接受

基金项目: 辽宁省科技厅项目(2005229003)

作者简介: 付保荣(1965—), 女, 辽宁沈阳人, 副教授, 博士, 主要从事环境生物学研究。E-mail: fubaorong@yahoo.com.cn

1 引言 (Introduction)

近年来, 水产养殖业发展迅速, 养殖规模不断扩大, 已由传统的自然放养逐渐转变为高密度集约化饲养。在养殖过程中, 底层污染的加剧给水生态环境造成了很大的压力; 这种压力常使养殖个体食欲下降、免疫力减弱、生长减缓。利用微生物的生理功能和生物修复功能对养殖环境进行生物治理, 是今后水产养殖业发展的必然趋势。光合细菌 (photosynthetic bacteria PSB) 是一类以光为能源, 自然界中以有机物、硫化物等为营养元素, 并能进行光合作用的微生物^[1]。它不仅能够净化水质, 而且含有丰富的营养物质, 可作为鱼、虾饵料的添加剂^[2]。

目前, PSB 对水产养殖的影响主要停留在其实际应用效果方面, 而将其对养殖水体水质与水生生物指标的影响相结合起来的研究的在国内报道甚少。本实验采用在养殖水中投放一定量 PSB 的方法, 在监测 PSB 对水体各理化指标等影响的同时, 研究水中浮游植物和细菌类群的变化, 探明 PSB 对养殖水的改善作用。为 PSB 在实际水产养殖中改善养殖水质, 提高水产养殖产量提供一定的科学依据, 从而更好地为水产养殖服务。

2 材料和方法 (Materials and methods)

2.1 试验材料

光合细菌: 红螺菌属菌种, 沼泽红假单胞菌 (*Rhodospseudomonas palustris*) 购自北京科诺创业技术有限公司, 实验室培养。菌体浓度为 4.9×10^9 cfu·mL⁻¹。

鲤鱼 (*Cyprinus carpio*): 购自沈阳市康平县水产养殖厂, 为 6 月龄幼鱼期鲤。

2.2 试验分组与水产养殖饲养管理

鲤鱼 (*Cyprinus carpio*) 在试验室条件下驯养 10 d, 正常死亡率保持在 5% 以下。挑选大小接近、健康活泼、无病的个体在水族箱, 规格为: 300×400×800(mm) 中用于养殖试验, 随机分成 4 个组, 每组放养鲤鱼 20 条。水温 20~25℃, 用加热棒保持水温。在投加对比试验之前, 先对其进行试验寄养, 时间为 5 d。试验组中 PSB 的投放量为养殖水体积的 0.25%、0.5%、1%, 投放周期为每 15 d 1 次, 所投菌液均为

实验室培养, 活菌数可达到 1.49×10^9 cfu·mL⁻¹ 以上。实验周期 60 d, 时间从 2006 年 5 月到 2006 年 6 月。每天定时按情况向水族箱中以充氧泵充氧, 并定量换水, 以保证鱼的正常生长。

2.3 水质理化指标的测定^[3]

化学需氧量(COD): 重铬酸钾法。

氨态氮(NH₃-N): 凯氏定氮法。

溶解氧(DO): 碘量法。

pH值: pH计。

2.4 PSB 对养殖水中水生生物指标的影响

2.4.1 PSB 对养殖水中藻类植物种群影响测定^[4]

每 10d 在水族箱内中随机取水, 分析其中藻类的数量及组成情况(鉴定到门); 根据水色的变化, 记录不同水色的水体所代表的浮游单细胞藻类的组成及数量。

2.4.2 PSB 对养殖水中细菌类群影响的测定^[5]

每 30d 采水样一次, 根据伯杰氏细菌鉴定手册第八版鉴定水中主要细菌类群至属。

3 结果与分析 (Results and Analyses)

3.1 光合细菌对水质理化指标的影响

本试验在长达 2 个月的时间内连续考察了水产养殖中的水质化学指标, 如 COD、NH₃-N、pH 值、DO 等的变化情况(见图 1~图 4)。

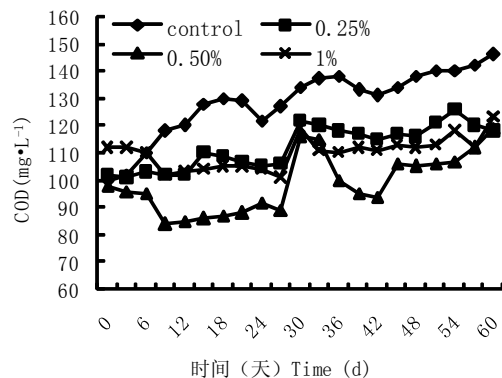


图 1 不同浓度光合细菌对养殖水 COD 的影响

Figure 1 Effect of COD in breeding waters for different concentrations of photosynthetic bacteria

3.1.1 PSB 对养殖水 COD 和氨氮的影响

COD 是衡量水体中有机物总量的重要因子。对养殖生产来说, 有机物质含量的高低对水体的水质及

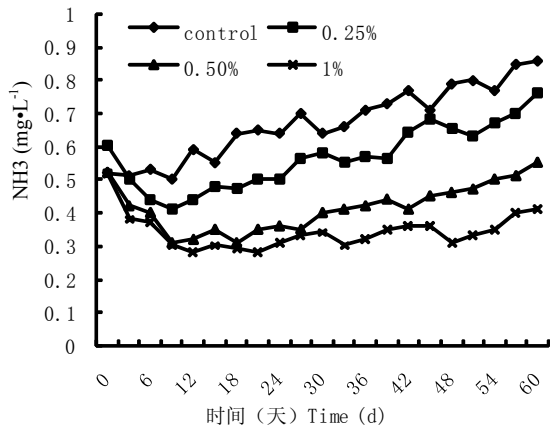


图2 不同浓度光合细菌对养殖水氨氮的影响
Figure 2 Effect of NH₃-N in breeding waters for different concentrations of photosynthetic bacteria

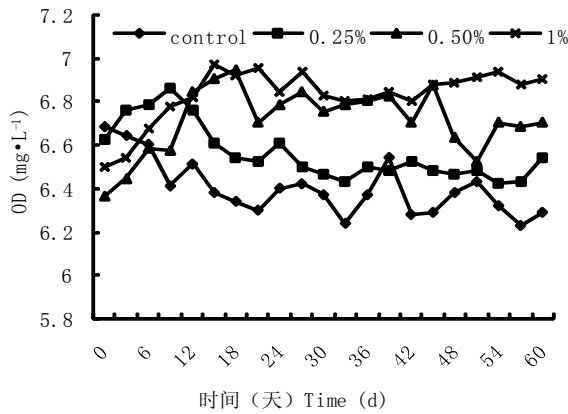


图3 不同浓度 PSB 对养殖水 DO 的影响
Figure 3 Effect of DO in breeding waters for different concentrations

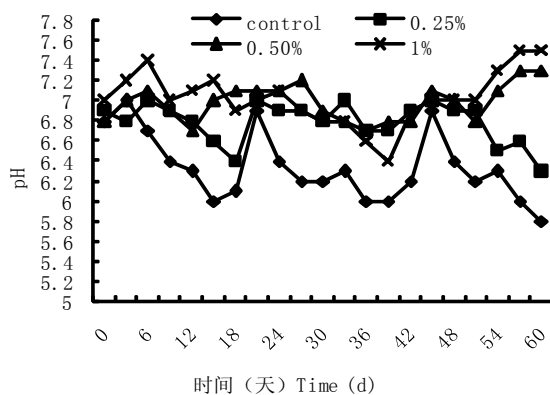


图4 不同浓度 PSB 对养殖水 pH 值的影响
Figure 4 Effect of pH in breeding waters for different Of PSB centratrions of PSB

生物有多方面影响。从图 1 可以看出, 与对照相比, 在养殖水中泼洒 PSB 可降低 COD 含量, 但是降低的效果并不是特别明显。

PSB 的泼洒对水中氨氮的浓度有较大影响。PSB 泼洒前, 各组养殖水氨氮浓度差异不明显, 泼洒 PSB 后, 各剂量组养殖水中氨氮浓度迅速下降, 并在投放 PSB 后的第 9 d 左右达到最低值。随着鱼类排泄物的增多, 0.25% 剂量组水中的氨氮逐渐升高, 并最终超出了 1 mg·L⁻¹; 各剂量组氨氮缓慢升高, 并在每次投放 PSB 后有规律的降低, 并始终维持在一定的范围内。0.50%、1% 剂量组效果明显, 且与对照组相比, 氨氮最多可降低 63% 左右, 说明 PSB 只有在达到一定的浓度时, 才能发挥显著效果。

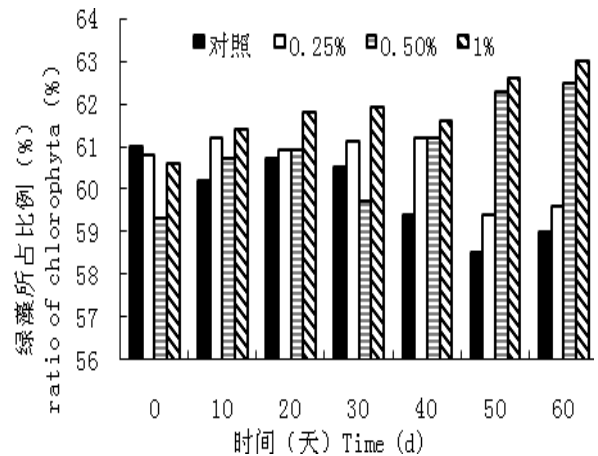


图5 光合细菌对浮游植物生物量的影响
Figure 5 Photosynthetic bacteria on the impact of phytoplank-ton biomass

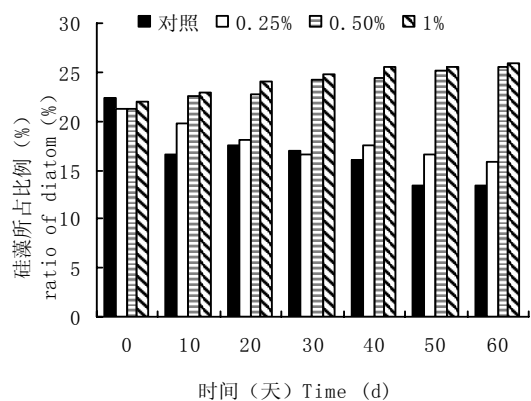


图6 光合细菌对养殖水体硅藻比例的影响
Figure 6 Photosynthetic bacteria on the impact of ratio of diatom

3.1.2 光合细菌对养殖水 DO 和 pH 的影响

实验中, 为了保证鲤鱼的正常生长, 采取了定时充氧的方法, 因此各组养殖水的溶解氧指标均维持在一定的范围之内。PSB 的泼洒对养殖水 DO 的影响结果见图 3, 对照组的 DO 值基本保持在 $6.3 \pm 0.2 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 而效果最好的 0.50%、1% 剂量组养殖水基本保持在 $6.7 \pm 0.2 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 这与养殖水中浮游植物生物量的增加也有一定关系。

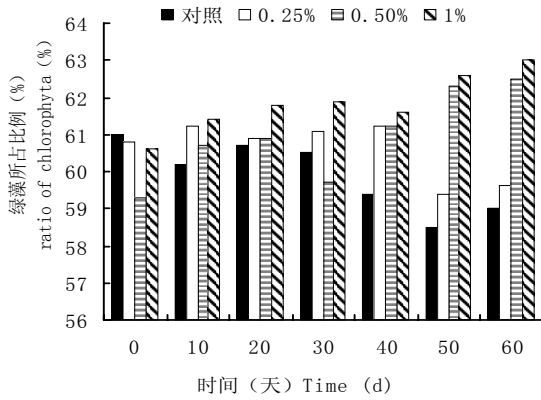


图 7 光合细菌对养殖水体绿藻比例的影响
Figure 7 Photosynthetic bacteria on the impact of ratio of chlo-rophyta

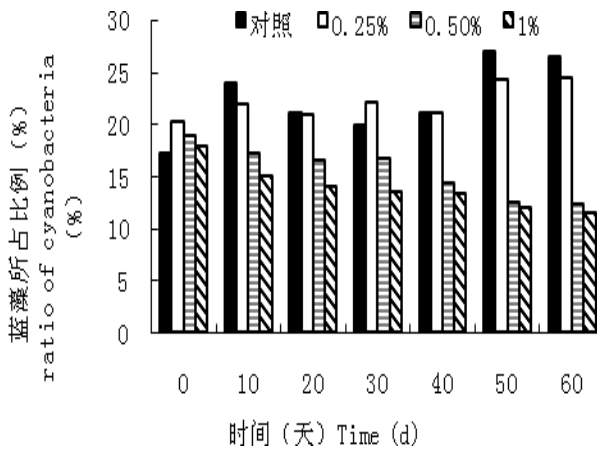


图 8 光合细菌对养殖水蓝藻等杂藻比例的影响
Figure 8 Photosynthetic bacteria on the impact of ratio of cyan-obacteria

pH 值是养殖水体重要的水质指标之一。其直接或间接影响到水体诸多的生物学过程。从图 4 可知, 对照

组养殖水 pH 值有逐渐降低的趋势, 这主要与水中有机物积累过多有关系。投放 PSB 的养殖水 pH 值, 总体保持在 6.5~8 之间。0.50%、1% 剂量组有逐渐升高趋势。

3.2 光合细菌对养殖水中水生生物指标的影响

3.2.1 光合细菌对养殖水中浮游植物影响测定

试验开始前的养殖池水中硅藻和绿藻约占藻类总数的比例为 80%, 以蓝藻为主的杂藻约占 20%。试验期间观察水色的变化情况, 每隔 10 天左右时间对水体中的藻类数量及组成进行分析, 结果见图 5-图 8。

表 1 光合细菌对养殖水中细菌菌属比例的影响
Table 1 Photosynthetic bacterium on the impact of ratio of bacteria genus

菌属 (%) bacteria genus (%)	对照 control group	0.25% 剂量组 0.25%dose group	0.5% 剂量组 0.5%dose group	1% 剂量组 1%dose group
弧菌属 <i>vibrio</i>	47.22	43.68*	39.51*	36.11*
气单胞菌属 <i>Aeromonas</i>	22.20	21.87	16.37*	14.65*
假单胞菌属 <i>Pseudomonas</i>	6.14	6.32	5.48*	5.82*
黄杆菌属 <i>flavobacterium</i>	0	2.21*	6.82*	8.74*
微球菌属 <i>micrococcus</i>	13.69	14.90*	15.20*	15.36*
芽孢杆菌属 <i>bacillus</i>	4.33	5.27*	13.15*	15.59*
葡萄球菌属 <i>staphylococcus</i>	6.10	5.74*	3.21*	3.48*

注: * 与对照组比较差异显著, $P < 0.05$ (Note: Significant difference compared with the control group, $P < 0.05$)

试验结果显示: 对照池水体的水色常表现为暗绿色或翠绿色, 浮游藻类中杂藻所占比例可达 30% 左右, 水色变化比较剧烈 (有藻类的大量死亡现象出

现), 池边常有浮膜出现, 水体中常见较多水绵, 养殖期间水色常表现出老化的现象。按养殖水体积 0.25% 投放 PSB 养殖池水体中绿藻等有益藻类含量较多, 水色以黄绿色和浅黄绿色为主, 有时水色较浓而表现为暗绿色, 水色不够稳定、变化的规律性较差; 按养殖水体积 0.5% 和 1% 投放光合细菌的剂量组养殖水体中藻类含量比较稳定, 绿藻、硅藻等有益藻类含量较多, 蓝藻等有害杂藻的含量在养殖期间呈逐渐减少的趋势。养殖过程中观察到 0.50%、1% 剂量组养殖水的水色变化比较稳定、规律, 水色以清新的黄绿色和浅褐色为主, 有时表现为淡黄绿色, 符合养殖业上对水质“肥、活、嫩、爽”的要求; 养殖试验 30 天后, 0.50%、1% 剂量组养殖水水色多为浅褐色, 其中硅藻在所有浮游藻类中所占比例可达 26% 以上。

3.2.2 PSB 对养殖水中细菌类群影响的测定

实验结果如表 1 所示, 投加光合细菌的养殖水优势菌检出 7 个属, 对照组检出 6 个属, 显示出光合细菌使养殖水中的细菌生物多样性有增加的趋势。

弧菌是水产养殖的主要致病菌, 气单胞菌对水产养殖对象也有一定的毒害作用。添加光合细菌的养殖水细菌类群与对照组相比有显著变化 ($P > 0.05$), 弧菌数量最多下降了 23.5%, 气单胞菌最多下降了 33.8%。

4 小结(Conclusions)

通过试验可知光合细菌只有在养殖水中达到一定浓度时, 才能对水质的理化指标有很好的改善作

用, 在高密度水产养殖情况下, 投加光合细菌的浓度过低, 效果并不明显。同时, 光合细菌在水中具有一定的周期性, 应根据水中有机物的浓度和季节适当调整其投放时间。光合细菌对有害菌有一定的拮抗作用, 能有效降低有害菌的数量。一定程度上降低了有害及致病细菌爆发的可能性。投放了一定量的光合细菌可使养殖水中形成稳定的菌-藻共生系统, 能很好的维持良好的水产养殖环境。

PSB 富含 B 族维生素和辅酶 Q 等生理活性物质, 能促进鱼类等水生生物的生长, 提高免疫力^[6], 防治鱼虾病害的发生, 无化学药品易残留在环境中带来的二次污染问题, 在水产养殖中具有较大的开发价值。

参考文献 (References)

- [1] 战培荣, 王丽华, 于沛芬. 1997. 光合细菌固定化及其净化养鱼水质的研究[J]. 水产学报, 21(1):97-100.
- [2] 周维武. 1999. 光合细菌的作用和使用[J]. 齐鲁渔业, 16(4):35-37.
- [3] 吴国琳. 2004. 水污染的监测与控制[M]. 北京: 科学出版社. 78-148.
- [4] 林碧琴, 姜彬慧. 1999. 藻类与环境保护[M]. 沈阳: 辽宁民族出版社. 364-395.
- [5] 张纪忠. 1990. 微生物分类学[M]. 上海: 复旦大学出版社. 4-110.
- [6] 冷 阳, 付保荣, 马溪平, 等. 2005. 光合细菌对鲤鱼养殖水水质及鱼类免疫功能的影响. 中国生态学会微生物生态专业委员会年会论文集[C]. 哈尔滨: 112-115.