

固定化光合细菌净化养鱼水质试验*

郑耀通 胡开辉

(福建农业大学环境科学系,福州 350002)

摘要 净化模拟养殖水质试验表明,固定化光合细菌可显著提高 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 和COD的去除率,并能增加溶解氧。经1个月的鱼种饲养试验,固定化光合细菌(Ⅲ组)和游离光合细菌(Ⅱ组)鱼体重显著大于对照(Ⅰ组),成活率也高于Ⅰ组。Ⅲ组效果最佳,不仅鱼体质好,活泼,个体较大且整齐,而且体色鲜艳。从水质分析结果看,Ⅲ组明显优于其它各组。

关键词 光合细菌,固定化,水质净化,池塘养鱼

自80年代中期光合细菌(photosynthetic bacteria)在我国水产界开始研究应用以来,已有许多文献报道了其在鱼、虾、贝育苗和养殖方面的作用。但迄今所采用的都是游离态的光合细菌。在流水条件下易被水流冲走,静水条件下也易被其它生物所食,难以稳定地长期发挥作用,且因菌体小无法自然沉降而限制了其处理池水下层和池底有机物及转化毒性物质的能力。提高光合细菌的沉降性,是弥补这些缺陷最好的方法,将其同载体结合并固定化,则是提高其沉降性能最直接有效的方法;细胞经固定化后不仅增加了沉降性,使净化水质效率提高且稳定^[1,2];同时还具有抗环境因子影响能力强,并可长期保持包埋菌占优势而防止其它有害菌生长^①等诸多优点。活的细胞经包埋后可以增殖,形成的表面生物膜可自动更替,不必再经常培养和投放光合细菌,从而降低了养殖成本并提高养殖过程的稳定性。为此,我们研究了用于净化水产养殖水质的固定化光合细菌。

1 材料与方法

1.1 菌种及培养方法

收稿日期:1998-12-30

*福建省教委项目“高效净化水产养殖水质固定化光合细菌的研制与应用技术”资助,编号K96024

①郑耀通,浙江大学硕士论文,1994

光合细菌1株,分别经0.5%、1.0%、1.5%、2.0%、3.0% NH_4Cl 逐级驯化筛选分离,根据其镜检形态特征和生理生化特性,初步鉴定是类球红细菌(*Rhodobacter sphaeroides*);另2株是从养鱼池水以谷氨酸为唯一碳源富集分离筛选的红细菌属光合细菌(*Rhodobacter* sp.)。混合富集培养采用文献[3],4 000~5 000 r/min离心浓缩。菌体细胞干重用菌悬液在660 nm(1 cm比色皿)光密度换算,经测定,培养液单位光密度为0.51 mg(VSS)/ml细胞干重。

1.2 光合细菌固定化方法

将5 ml(相当于细胞干重0.05 g)光合细菌悬液与95 ml已在沸水浴中加热完全溶化且冷却至50℃的,含一定量PVA、 SiO_2 、 CaCO_3 、海藻酸钠的凝胶液混匀,用蠕动泵压入,磁力搅拌,使之在1.5%~2% CaCl_2 的饱和硼酸液中成球(硅胶管一端接上1 ml注射器针筒并调节流速至滴下时形成液滴)。10℃凝胶10~16 h后取出,用生理盐水洗2次后将颗粒浸泡于含一定浓度 KH_2PO_4 溶液中活化15 min,取出洗涤后备用。

1.3 水质理化特性测定

COD用重铬酸钾法,氮氮用纳氏比色法,DO用碘量法测定^[4]。

1.4 模拟实验设计

取本校养鱼塘水200 kg,放入一大容量的塑料桶中,加入底泥50 kg,搅匀,加入0.1%虾饵料,静

止放置1昼夜后搅拌均匀分装于6个有效容积为50 L的白色塑料桶中(编号1~6),摆放在阳光充足的实验室内。48 h后分成3组,Ⅰ组为空白对照组,Ⅱ组一次性加入一定浓度的游离光合细菌,Ⅲ组一次性加入相同量光合细菌的固定化细胞。每天早上9:00~10:00取样,分别测定DO、COD、氨氮。

1.5 鱼苗育种试验

用有效容积为75 L的大塑料盘培育鱼种,加入80尾鲤,同时分析水中氨氮等水质因子的变化。一次性加入固定化光合细菌颗粒100 g(湿重,含水率约80%),游离菌用量与固定化光合细菌的含菌量相同。分别设对照组(Ⅰ),加游离光合细菌组(Ⅱ)和固定化光合细菌组(Ⅲ),每日投喂2~3次,投喂量占鱼体重的2%~3%,水温23~26℃。

2 结果与分析

2.1 固定化光合细菌净化模拟养殖水质效果

本试验在模拟情况下所测定的各项水质指标均取2个重复的平均值。在试验组加入游离光合细菌或固定化光合细菌12 h后分别测定包括对照组在内的水质参数,作为初始值。其它取样时间分别为

1998年4月10、11、12、14、17、25日,共6次,测定结果见表1。为考虑固定化包埋材料对水质有关参数测定的影响,在一定体积的模拟养殖水中,加入相同比例但不含光合细菌的固定化颗粒。经15 d的试验发现,除了COD参数偶尔略有上升外,其它数据同对照组相关数据相似,说明包埋材料对本试验各项水质参数测定影响不大。由表1可知,施用光合细菌后,在较短的时间内氨氮会有不同程度的下降,特别是加入固定化光合细菌后,氨氮在15 d的模拟试验中下降了98.9%,而自然条件下只下降68.1%。从第3天开始,固定化细菌组平均氨氮去除率达83.3%。加入游离光合细菌也能明显地降低水体中的氨氮,但效果不及固定化光合细菌高。化学需氧量自然去除率为33.7%,加入游离光合细菌后,去除率达到44.6%,而固定化光合细菌则可使COD去除率上升到70.6%。溶解氧自然状态下增加18.3%,加光合细菌后增加41.2%,固定化光合细菌组增加溶解氧63.4%。通过以上试验可以看出,光合细菌尤其是固定化光合细菌在净化水环境中对去除氨氮、有机质和增加溶解氧方面的作用,其在净化水质方面有明显的优越性。

表1 模拟池中氨氮、COD、DO的变化(平均值)

项目 item	组别 group	测试时间/月·日 test date						
		初始值 initial	Apr·10	Apr·11	Apr·12	Apr·14	Apr·17	Apr·25
氨 氮 ammonia - N	Ⅰ组 control	2.35	2.06	1.69	1.61	1.33	0.94	0.75
	Ⅱ组 groupⅡ	2.24	1.46	1.02	0.78	0.47	0.38	0.25
	去除率/% [*] removing rate		29.1 [*]	39.6	51.5	64.6	59.5	66.7
	Ⅲ组 groupⅢ	2.10	0.92	0.53	0.35	0.14	0.056	0.023
	去除率/% removing rate		55.3	68.6	78.3	89.5	94.0	90.8
COD	Ⅰ组 control	77.8	74.5	67.4	68.7	62.1	54.1	51.6
	Ⅱ组 groupⅡ	74.4	70.1	54.8	48.7	44.5	39.8	41.2
	去除率/% removing rate		6.2	18.3	29.1	28.3	26.4	20.1
	Ⅲ组 groupⅢ	69.8	50.4	31.8	30.4	27.8	29.5	20.5
	去除率/% removing rate		32.3	52.8	55.7	55.2	45.5	60.3
DO	Ⅰ组 control	3.78	4.13	4.08	3.98	4.21	4.15	4.47
	Ⅱ组 groupⅡ	3.69	4.35	4.53	4.76	4.87	4.90	5.21
	增加率/% increasing rate		5.30	11.0	19.6	15.7	18.1	16.5
	Ⅲ组 groupⅢ	3.80	4.47	4.86	5.15	5.38	5.76	6.21
	增加率/% increasing rate		8.23	19.2	29.4	27.8	38.8	38.9

* : 去除率 = (对照组平均值 - 试验组平均值) / 对照组平均值, 下同。removing rate = (control mean value - mean value of test group) / control mean value, the same below.

2.2 固定化光合细菌在鱼苗育种试验中的应用

经1个月的饲养,固定化光合细菌组和游离光合细菌组鱼体重显著大于对照组(表2),成活率也明显高于对照组。固定化光合细菌组鱼体质好,个

体较大且整齐,活泼,体色鲜艳。从水质分析结果(图1,2)看出,固定化光合细菌组明显优于其它各组。

表 2 鱼苗育种试验结果

Table 2 The results of fish rearing

试验组 group	饲养前 before breeding			饲养 1 个月后 one month after breeding			成活率/% survival rate
	数量/尾 number	体长/cm length	体重/g weight	数量/尾 number	体长/cm length	体重/g weight	
I 组 control	80	1.7 ± 0.25	0.09 ± 0.02	69	2.01 ± 0.5	0.35 ± 0.2	86.3
II 组 group II	80	1.7 ± 0.25	0.09 ± 0.02	77	2.24 ± 0.3	0.84 ± 0.2	96.3
III 组 group III	80	1.7 ± 0.25	0.09 ± 0.02	79	2.75 ± 0.4	1.22 ± 0.3	98.7

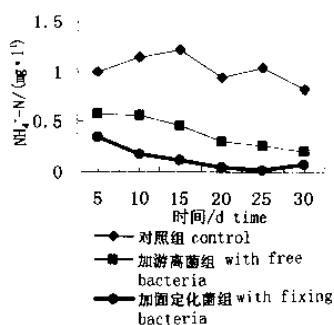


图 1 鱼种饲养过程中氨氮的变化

Fig 1 The variation of ammonia - N during fish rearing

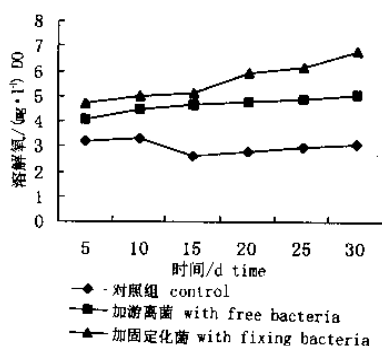


图 2 鱼种饲养期间溶解氧变化

Fig 2 The variation of DO during fish rearing

3 讨论

光合细菌对养殖水质的净化和生态调控作用已得到充分肯定^[5],然而在使用游离光合细菌时,必须定期、定量地加入养殖池中才能稳定地发挥功用。固定光合细菌则不同,它不仅能在鱼池中长期保留,

而且还可以在固定化过程中人为地调控颗粒的含菌量,并能筛选高效微生物,优化包埋条件,使光合细菌始终处于优势地位,稳定地发挥净化水质作用。细胞经固定化后增加了比重,从而提高了处理池水下层和底质有机物的能力。经最优化条件包埋的光合细菌活性强、基质通透性好,大大提高了有机质和氮向球内扩散的能力,从而可高效去除污染物。

鱼种饲养结果表明,固定化光合细菌组和游离细菌组鱼的情况明显优于对照组。其主要原因是固定化光合细菌能高效净化水质,特别是对氨氮等有毒物质的去除,减轻了对鱼体的毒害,使鱼体能维持正常的物质代谢。固定化光合细菌组优于游离菌组,前者不受流水和换水的影响,在使用前可清洗,消除了培养基影响水质的问题。光合细菌被包埋载体固定化后,在微环境中占绝对优势,由于其高效去除有机污染物而抑制了有害异养菌生长,间接地起到了增加溶解氧和防治鱼病的作用。固定化光合细菌的高效除氨提供了一个良好的环境,有利于鱼的生长。本实验结果表明,固定化光合细菌在水产养殖上具有十分广泛的应用前景。

参 考 文 献

- 1 闵航,郑耀通. PVA 包埋厌氧活性污泥处理有机废水研究. 环境科学, 1994, 15(3): 37
- 2 郑耀通. 固定化细胞处理高浓度有机废水研究. 污染防治技术, 1995, 8(3): 130
- 3 郑耀通, 胡开辉, 高树芳, 等. 高效净化水产养殖水域紫色非硫光合细菌的分离筛选. 福建农业大学学报, 1998, 27(3): 342
- 4 国家环保局. 水和废水监测分析方法(第三版). 北京: 中国环境科学出版社, 1997
- 5 朱玉章, 俞吉安, 林志新. 光合细菌的研究与应用. 上海: 上海交通大学出版社, 1991. 240~292

Purification of water quality by immobilized photosynthetic bacteria for fish culturing

Zheng Yaotong Hu Kaihui

(Department of Environment Science, Fujian Agriculture University, Fuzhou 350020)

Abstract An experiment was conducted for 1 month in some simulated fish - culturing waters using immobilized (group Ⅲ) and ordinary photosynthetic bacteria(group Ⅱ). The results showed that the immobilized photosynthetic bacteria can remove ammonia - N and COD most effectively and increase DO in the water remarkably. The body weight and survival rate of fish in group Ⅲ and group Ⅱ were much higher than those in control group after 1 month's breeding. And the results of group Ⅲ were much better than those of group Ⅱ that the fish in group Ⅲ were more healthy, active and regular - shaped with bigger body and brighter body color. Furthermore, on the basis of water quality analysis, the water condition of group Ⅲ was the best of the 3 groups.

Key words photosynthetic bacteria, immobilization, water purification, pond fish culture

2000 年《中国水产文摘》征订启事

本刊系我国水产系统唯一的全面报道国内水产科技文献的综合性检索期刊,由中国水产科学研究院渔业综合信息研究中心主办。其宗旨是全面、及时地报道全国各地公开发行的水产科技文献,为读者快速、方便地检索国内水产科技文献服务。本刊为全国优秀水产刊物,并 1 次获得全国科技文献检索期刊二等奖,3 次获得全国科技文献检索期刊三等奖,2 次获全国水产优秀期刊一等奖。为了更好地发挥科技检索期刊传递科技信息快的特点,实现期刊编辑、出版发行工作的电子化,推进科技信息交流的网络化进程,本刊现已入网“万方数据”(ChinaInfo)系统(电子期刊)。

本刊所收录的文献类型有期刊、专著、汇编、会议录、科技报告、技术标准等。按以下主要类目编排:(1)水产总论;(2)水产基础科学;(3)水产资源和环境保护;(4)水产捕捞;(5)海水养殖;(6)淡水养殖;(7)水产生物病害及防治;(8)饲料和肥料;(9)水产品保鲜及加工;(10)渔业机械仪器和渔船;(11)渔业经济。年报道量 3000 条以上。每年第 1 期刊登本刊引用主要期刊一览表。年终编辑出版年度主题索引、著者索引。本刊还有自 1985 年创刊以来的数据和各年及 1998 年的最新数据的《中国水产文献数据库》光盘和软盘,并能根据用户的要求,进行专题检索。有意者来函联系。本刊为双月刊,逢双月底出版,国内外公开发行。标准刊号:ISSN 1002-1612, CN11-3035/S。每期定价 12.00 元,全年 6 期共 72.00 元。邮发代号 18-126,请广大新、老订户和读者及时到当地邮局办理订阅手续。如在当地邮局订阅不便,可向本刊编辑部办理邮购。读者也可上因特网进入 ChinaInfo 系统(网址: <http://www.chinainfo.gov.cn/periodical>)查询检索本刊内容和《中国水产文献数据库》,也欢迎各界朋友通过 ChinaInfo 系统向本刊提出宝贵意见、建议或征订本刊。编辑部地址:北京市永定路南青塔村 150 号,邮政编码:100039,联系电话:(010)68673921。