

光合细菌净化养殖池水质的模拟研究

Simulation Study on Purifying Fishpond Water by Photosynthetic Bacteria

陈繁忠 丁爱中 (中国科学院广州地球化学研究所, 广州 510640)

Chen Fanzhong Ding Aizhong (Guangzhou Institute of Geochemistry,
Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510640)

朱好根 (广东省博罗县环保技术服务公司, 广东博罗县 516100)

Zhu Haogeng (Environmental Protection Service Co. Bolo, Guangdong, Guangzhou 516100)

摘要 从淡水养鱼池塘底泥中分离得到1株光合细菌。在实验室模拟研究了菌液投加量、光照条件、温度、盐度、常用水产杀虫剂硫酸铜、敌百虫用量对净化养殖池水质效果的影响,结果表明:菌液适宜投加量为10mg/L;光照状态下净化效果优于黑暗状态;温度低于15℃,氯化钠投加量高于10000mg/L,硫酸铜投加量高于0.4mg/L,敌百虫投加量高于2.0mg/L时,净化效果均明显下降。

关键词: 光合细菌 水质净化 养殖池水质 水产养殖

Abstract One of the strains of photosynthetic bacteria (PSB), *Rhodopseudomonas* was isolated from the sediment of a fishpond. Simulation test of purifying fishpond water by using PSB has been conducted. The result showed that the optimum use of PSB culture was 10mg/L, the purifying efficiency at illumination was higher than at black, and when the temperature was lower than 15℃, concentration of NaCl higher than 10000mg/L, or concentration of CuSO₄ higher than 0.4mg/L, and concentration of dipterex higher than 2.0mg/L, the purification efficiency dropped.

Key words: Photosynthetic bacteria Water purification Fishpond Aquaculture

1 引言

光合细菌在水体自净中扮演着重要角色^[1],通过施加人工培养的光合细菌活菌制剂、现场控制和改善水产养殖池水质的方法,受到广泛关注^[2,3]。本文从养鱼池塘底泥分离得到1株光合细菌,以广州近郊某淡水养鱼池水为研究对象,以水产养殖有重要影响的3个水质因子COD_{Cr}、NH₃-N、NO₂-N的去除率为指标,考察了菌液投加量、光照条件、温度、氯化钠投加量、常用水产杀虫剂硫酸铜、敌百虫用量对净水效果的影响。

2 材料与方法

2.1 菌种

从广州近郊某淡水养鱼池塘底泥样品,经富集培养、分离纯化,获得1株光合细菌,自编号为GH。按文献[4]鉴定菌株GH属于红假单胞菌属(*Rhodopseudomonas* sp.)。

2.2 光合细菌的培养方法

培养基采用Van Neil培养液^[2],培养温度30℃,以40W白炽灯为光源,接种量3%~5%,培养时间为5d,培

养液采用五管法计数测定^[5],菌体密度达到48亿个/mL。

2.3 光合细菌净水实验

实验用水取自广州近郊某淡水水质较差的养鱼池。先将实验用水高压灭菌处理后测定水中COD_{Cr}、NH₃-N、NO₂-N含量,分装于经高压灭菌的250mL烧杯中,烧杯敞开放于恒温培养箱中。光合细菌培养液用无菌水稀释100倍后加入烧杯,120h后测定水质因子的变化。由于光合细菌投加量很少,由培养基带入的营养成分很少,可忽略不计。实验时分别考察光合细菌培养液投加量、光照条件、温度以及氯化钠、硫酸铜、敌百虫投加量对净水效果的影响。

2.4 水质分析方法

COD_{Cr}采用重铬酸钾法测定, NH₃-N采用纳氏试剂法测定, NO₂-N采用N-(1-萘基)-乙二胺光度法测定^[6]。

3 实验结果与讨论

3.1 菌液投加量对净水效果的影响

广东省科委项目, 编号: 963043。

第一作者陈繁忠,男,1965年出生,1994年毕业于华南理工大学,副研究员。本文作者还有傅家谟、盛国英。

实验用水初始水质参数 COD_{Cr} 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 分别为 64.6、0.76、0.32mg/L, 在一组烧杯中投加不同量的光合细菌培养液, 实验条件为 30℃、40W 白炽灯光照 120h, 水质变化结果见表 1(表中菌液指原始光合细菌培养液, 以下各组实验相同)。

表 1 光合细菌培养液投加量对净水效果的影响
Table 1 Influence of amount of PSB culture solution used on purification efficiency

菌液投加量(mg/L)	去除率(%)		
	COD_{Cr}	$\text{NH}_3\text{-N}$	$\text{NO}_2\text{-N}$
5	24.6	31.0	32.9
10	38.8	36.7	59.9
20	42.3	37.8	61.0
30	42.4	44.3	61.9
40	43.2	46.8	65.4

由表 1 可见, 菌液适宜投加量为 10mg/L。

3.2 光照条件对净水效果的影响

初始水质 COD_{Cr} 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 分别为 68.6、0.89、0.34mg/L, 30℃, 菌液投加量 10mg/L, 分别在 40W 白炽灯光照和黑暗两种状态下, 120h 后, 水质变化结果见表 2。

表 2 光照条件对净水效果的影响
Table 2 Influence of illumination condition on purification efficiency

光照条件	去除率(%)		
	COD_{Cr}	$\text{NH}_3\text{-N}$	$\text{NO}_2\text{-N}$
黑暗	20.1	18.7	48.9
40W 白炽灯	34.8	38.7	55.9

由表 2 可见, 光照条件下, 光合细菌净水效果明显提高。在实际应用时, 应尽量在天气晴朗时施加光合细菌。

3.3 温度对净水效果的影响

初始水质 COD_{Cr} 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 分别为 66.8、0.87、0.30mg/L, 菌液投加量为 10mg/L, 40W 白炽灯光照, 在不同温度条件下, 经 120h 后, 水质变化结果见表 3。

表 3 温度对净水效果的影响
Table 3 Influence of temperature on purification efficiency

温度(℃)	去除率(%)		
	COD_{Cr}	$\text{NH}_3\text{-N}$	$\text{NO}_2\text{-N}$
10	25.1	18.8	45.1
15	33.5	30.8	52.0
20	35.7	34.9	53.6
30	36.5	40.7	53.0

由表 3 可见, 温度低于 15℃ 时, 净化效果明显下降。

3.4 氯化钠投加量对净水效果的影响

初始水质 COD_{Cr} 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 分别为 69.8、0.92、0.39mg/L, 在一组烧杯中投加不同量的氯化钠, 30℃, 菌液投加量为 10mg/L, 40W 白炽灯光照, 经 120h 后, 水质变化结果见表 4。

表 4 氯化钠投加量对净水效果的影响
Table 4 Influence amount use level of sodium chloride used on purification efficiency

氯化钠投加量(mg/L)	去除率(%)		
	COD_{Cr}	$\text{NH}_3\text{-N}$	$\text{NO}_2\text{-N}$
1000	38.5	38.7	51.2
2000	39.9	37.2	50.8
5000	36.2	35.0	47.3
10000	28.0	23.9	47.4
15000	14.9	21.5	27.8

由表 4 可见, 氯化钠投加量超过 10000mg/L 时, 细菌生长受到明显抑制, 净水效果明显下降。在实际应用中, 淡水光合细菌制剂不能应用于海水养殖。

3.5 硫酸铜投加量对净水效果的影响

初始水质 COD_{Cr} 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 分别为 71.8、0.73、0.40mg/L, 在一组烧杯中投加不同量的硫酸铜, 30℃, 菌液投加量为 10mg/L, 40W 白炽灯光照, 经 120h 后, 水质变化结果见表 5。

表 5 硫酸铜投加量对净水效果的影响
Table 5 Influence amount of copper sulfate used on purification efficiency

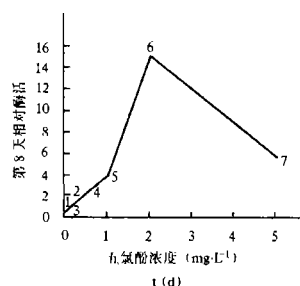
硫酸铜投加量(mg/L)	去除率(%)		
	COD_{Cr}	$\text{NH}_3\text{-N}$	$\text{NO}_2\text{-N}$
0.1	34.5	38.2	53.1
0.2	30.1	37.1	48.2
0.4	30.2	30.0	47.1
0.6	19.1	22.0	39.9
0.8	12.9	18.1	34.8

由表 5 可见, 硫酸铜投加量超过 0.4mg/L 时, 细菌生长受到明显抑制, 净水效果明显下降。硫酸铜为常用的水产杀虫剂, 一般使用量为 0.7mg/L 左右。因此, 光合细菌不要与硫酸铜同时使用, 以免影响效果。

3.6 敌百虫投加量对净水效果的影响

初始水质 COD_{Cr} 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 分别为 60.8、0.72、0.29mg/L, 在一组烧杯中投加不同量的敌百虫(90%晶体敌百虫), 30℃, 菌液投加量为 10mg/L, 40W 白炽灯光照, 经 120h 后, 水质变化结果见表 6。

(下转第 443 页)



(图说明同上)

图 5 五氯酚对盐泽螺旋藻第 8 天硝酸还原酶的相对酶活的影响

Figure 5 Effect of PCP on relative nitrate reductase activity of *Spirulina subsalsa* at 8th day

原酶的刺激作用。陈恩等研究了镉对沉水植物的硝酸还原酶活性的影响^[7]后指出,一定浓度的镉能诱导沉水植物的硝酸还原酶的活性,但高浓度时抑制酶的活性,这在 PCP 对螺旋藻的毒性作用中也有体现。

硝酸还原酶是植物氮代谢的限速酶,而植物的氮代谢是植物生长所不可缺少的。因此,测定植物的硝酸还原酶的活性,可以从氮代谢的角度反映出植物被毒物所影响的程度,而氮的代谢过程是可以和植物体内蛋白质的代谢关联起来,这样,硝酸还原酶的活性就成为植物蛋白质代谢的一种重要的生理指标。硝酸还原酶活性的改变有可能导致植物体内代谢的紊乱。因此,研究毒物对藻体的硝酸还原酶的影响是必要的。

(上接第 438 页)

表 6 敌百虫投加量对净水效果的影响

Table 6 Influence amount of dipterex used on purification efficiency

敌百虫投加量 (mg/L)	去除率 (%)		
	COD _{Cr}	NH ₃ -N	NO ₂ -N
0.1	30.5	32.7	51.4
0.5	26.3	31.1	52.3
1.0	27.1	30.4	49.2
2.0	20.2	23.1	44.9
2.5	11.0	9.5	23.8

由表 6 可见,敌百虫投加量超过 2.0mg/L 时,细菌生长受到明显抑制,净水效果明显下降。敌百虫也是常用的水产杀虫剂,但一般使用量仅为 0.3~0.7mg/L 左右,表明光合细菌能耐敌百虫的常规用药量。

4 结语

实验室模拟研究结果表明,对净化养殖池水质,菌液适宜投加量为 10mg/L;光照状态下净化效果优于黑

4 结语

通过 PCP 对盐泽螺旋藻的毒性作用的研究,可以发现,PCP 在 mg/L 级对盐泽螺旋藻产生毒害作用。并且光合色素对 PCP 的敏感程度高于生长指标。

本实验中采用的硝酸还原酶活性实验方法中,NO₂在实验液中是均一的,不受藻体在培养液中的均匀度和藻液离心效果的影响。因此,硝酸还原酶的活性作为研究藻类水生生态毒理学的指标是可行的。

5 参考文献

- 1 Esa S Melin et al. Enrichment and operation strategies of polychlorophenol degrading microbial cultures in an aerobic fluidized-bed reactor. Water Environment Research 1998, 70(2): 171~180.
- 2 U. S. EPA. PCP. Carcinogenicity summary table. AWBERC library; Cincinnati, OH, 1990.
- 3 曹吉祥. 螺旋藻对中老年保健的作用. 海洋科学, 1994(6): 32~34.
- 4 郑爱榕等. 光合细菌和螺旋藻对啤酒废水的净化与利用研究. 环境科学学报, 1999, 19(1): 22~27.
- 5 Rose PD et al. High rate algal oxidation ponding for the treatment of tannery effluents. Water Sci. Technol. 33(7): 219~227.
- 6 陈天乙等. 三丁基锡对螺旋藻的毒性作用. 环境科学, 1998, 19(1): 87~88.
- 7 陈恩等. 镉对沉水植物硝酸还原酶和超氧化物歧化酶活性的影响. 环境科学学报, 1998, 18(3): 313~317.

责任编辑 陆文浩 (收到修改稿日期: 2000—02—28)

暗状态;温度低于 15℃、氯化钠投加量高于 10000mg/L、硫酸铜投加量高于 0.4mg/L、敌百虫投加量高于 2.0mg/L 时,净化效果均明显下降。

NO₂-N 对水产养殖危害较大,从实验结果可以看到,在实验范围内,NO₂-N 去除率均较高。试验条件的变化对 NO₂-N 去除率影响较小。光合细菌去除 NO₂-N 的途径及机理尚待进一步研究。

5 参考文献

- 1 许桔等. 光合细菌的某些生物学特性. 水产科学, 1993, 12(2), 27~30.
- 2 Matsuura, Akihisa. Physiologically active agent for fish and feed additive for fish cultivation, USP 5,820,902.
- 3 Truper H G et al. Bergey's manual of systematic bacteriology, 1989, 1658~1682.
- 4 王家玲. 环境微生物学实验. 北京: 高等教育出版社, 1988, 30~34.
- 5 国家环保局. 水与废水监测分析方法. 北京: 中国环境科学出版社, 1989.

责任编辑 陆文浩 (收到修改稿日期: 1999—01—24)