

EM 菌对地面水域水质的净化试验分析

李秀华

(灌南县环境保护局,江苏 灌南 222500)

摘要 试验研究了 EM 菌对地面水域水质的净化作用,探讨了 EM 菌投放方式对水质的净化效果以及对地面水域水质指标的净化选择性及其净化的经济可行性。

关键词 EM 菌 地面水 水质净化

中图分类号 X522 **文献标识码** A **文章编号** 1004-693X(2007)02-0094-02

EM 菌(Effective Microorganisms)是一种新型的复合微生物菌剂,由日本琉球大学比嘉照夫教授于 20 世纪 80 年代初发明研制。EM 菌是采用特殊的技术方法,使各种具有不同性质和作用的厌氧菌和好氧菌等 10 属 80 种以上的有效微生物(主要是乳酸菌类、光合细菌类、酵母菌类、发酵丝状菌类、革兰氏阳性放线菌类等)有机结合,以活性状态共存于一体,协同发挥作用。它和一般微生物制剂相比,不仅具有图示功能齐全的优势,而且本身在生产上也表现出高科技水平,在污水处理、江湖净化等提高水体质量、改善生态环境方面具有良好的作用,已在日本、美国、巴西、泰国和印度尼西亚等 60 多个国家和地区应用和推广。

20 世纪 90 年代初 EM 菌技术被引进我国。1992 年以来,江苏省一些科研单位和高等院校进行了相关的机理研究,利用 EM 菌的发酵作用,将污水中的大分子有机物分解成小分子有机物,然后进一步分解为水、二氧化碳和氮气等,从而达到水质净化的目的。目前用 EM 菌处理污水的单因子试验已有报导,而综合试验尚待进一步研究,况且我国资源辽阔,生态条件复杂,而 EM 菌在不同的气候、土壤和水环境等生态因子下发挥的效力也不同,至今在全省乃至全国还没有统一的试验方案、测试技术和标准。

本研究根据连云港市的生态环境条件及以有机污染为主要特征的水环境污染现状,试验探讨 EM 菌生物技术对有机污染型地面水的净化作用,为进一步改善水环境质量,促进区域经济的可持续发展提供技术依据。

1 试验研究设计

1.1 材料

EM 菌 1[#]、EM 菌(株)由研究机构南京事务所、爱睦乐环保生物技术(南京)有限公司生产。

1.2 试验设计

a. 试点选择。试点选在连云港市龙尾河赢州桥下河段,河道水面宽 12 m,试验河长 45 m,东西两岸砌护坡约 35°。

b. 试点处理。用水泥波瓦沿东西桥墩建两道隔水墙,将河水纵向一分为三,在东西两河道做试验,中河道作对照(下称 EM 菌东、EM 菌西和 CK 断面),对照河道水深 1.5 m,水面宽 7 m,试验河道水深(隔墙处)1 m,水面宽 2.5 m,试验区水流速度经处理控制为 2 m/h 左右。

c. 试验方法。①EM 菌增殖:将购入的 EM 菌 1[#]与红糖按 1:1 混合,加入 18 份清洁水,密封静置 5 d,温度保持在 20~30℃,制成 EM 菌活性液,首期制成活性液 30 L;②EM 菌载体:将 EM 菌活性液与锯末混合为湿基;③投放时间及数量:2006 年 5 月 24 日 17:00 开始首次投放,东侧泼洒 EM 菌活性液 15 L,西侧以 15 L EM 菌活性液与锯末混合为湿基后抛撒。

d. 采样与分析。①采样时间:以投放 EM 菌 10 d 左右进行一次;②采样地点:在试验水域河流上下游相距 40 m 处分别设置控制断面(下称 EM 菌₁和 EM 菌₂断面)采集表层水样;③分析项目:pH、COD_{Cr}、BOD₅、SS、DO、NH₃-N、TP 等;④分析方法:执行《水与废水监测分析方法》(国家环保总局),每次

采样时同步进行水体感观指标监测及气温、风向等气象观测。

2 结果与分析

2.1 试验前的水质监测

试验前,按试验点处理的方案,分别在河道处理的东、西、中河道监测本底水质,结果见表 1。

由表 1 可见,东、西、中河道的水质综合污染指数平均值 $\bar{P}$ 分别为 7.28、7.31 和 7.34,总平均值为 7.31。经 Dixon 检验, $G_{(4,0.05)}$ 为 1.224, $G_{(4,0.05)} < G_{(n,\alpha=0.05)}$,所以上述综合污染指数间不存在显著性水平的离异,也即该试验河流不存在岸边污染和扩散不良等情况,具备试验研究条件。

表 2 EM 菌₁ 试验水域水质监测结果

日期	EM 菌西 ₁					EM 菌东 ₁					CK ₁				
	$\rho(\text{NH}_3\text{-N})$ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	$\rho(\text{TP})$ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	$\rho(\text{COD}_{\text{Cr}})$ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	$\rho(\text{SS})$ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	$\rho(\text{BOD}_5)$ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	$\rho(\text{NH}_3\text{-N})$ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	$\rho(\text{TP})$ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	$\rho(\text{COD}_{\text{Cr}})$ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	$\rho(\text{SS})$ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	$\rho(\text{BOD}_5)$ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	$\rho(\text{NH}_3\text{-N})$ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	$\rho(\text{TP})$ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	$\rho(\text{COD}_{\text{Cr}})$ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	$\rho(\text{SS})$ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	$\rho(\text{BOD}_5)$ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)
06-06	15.8	2.02	153	32	26.4	17.0	1.85	276	14	27.3	19.6	2.63	278	35	32.4
06-16	25.6	3.85	167	111	26.4	25.2	3.32	160	136	27.8	28.4	3.97	172	143	29.6
07-03	8.9	0.98	66	27	21.2	9.7	0.95	123	35	22.4	13.4	1.15	154	46	27.8
07-13	10.4	0.87	56	31	22.4	11.4	0.89	78	42	29.1	16.5	0.92	89	58	31.3
07-23	8.5	0.88	87	65	30.0	8.9	1.05	87	69	35.2	9.6	1.80	100	80	35.8
08-04	6.6	1.32	98	55	30.2	7.5	1.42	124	75	33.1	7.8	1.51	147	93	34.9
平 均	12.6	1.65	104	54	26.1	13.3	1.58	141	62	24.6	15.9	2.00	156	76	32.0

表 3 M 菌₂ 试验水域水质监测结果统计

日期	EM 菌西 ₂					EM 菌东 ₂					CK ₂				
	$\rho(\text{NH}_3\text{-N})$ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	$\rho(\text{TP})$ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	$\rho(\text{COD}_{\text{Cr}})$ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	$\rho(\text{SS})$ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	$\rho(\text{BOD}_5)$ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	$\rho(\text{NH}_3\text{-N})$ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	$\rho(\text{TP})$ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	$\rho(\text{COD}_{\text{Cr}})$ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	$\rho(\text{SS})$ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	$\rho(\text{BOD}_5)$ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	$\rho(\text{NH}_3\text{-N})$ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	$\rho(\text{TP})$ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	$\rho(\text{COD}_{\text{Cr}})$ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	$\rho(\text{SS})$ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	$\rho(\text{BOD}_5)$ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)
06-06	16.6	2.04	185	29	28.8	17.0	1.87	219	21	30.3	19.2	2.52	232	32	34.6
06-16	13.1	3.18	169	87	25.3	30.2	3.16	183	137	26.2	36.2	4.80	180	140	30.7
07-03	9.1	0.98	57	19	20.5	9.0	1.02	98	35	21.4	10.2	2.82	102	60	29.7
07-13	10.3	6.89	59	32	23.2	11.2	0.88	72	38	28.4	15.6	0.89	92	56	30.8
07-23	8.4	0.98	82	66	32.0	8.9	1.04	86	67	33.4	9.7	1.78	98	80	36.9
08-04	6.4	1.23	102	57	31.2	7.5	1.32	123	75	32.4	7.9	1.49	154	89	35.4
平 均	10.7	1.55	109	48	26.8	14.0	1.55	128	81	28.6	16.5	2.38	142	76	33.0

表 4 试验区域水质综合评价

试验处理区		$\rho(\text{NH}_3\text{-N})$ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	$\rho(\text{COD}_{\text{Cr}})$ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	$\rho(\text{BOD}_5)$ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	$\rho(\text{TP})$ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	$\bar{P}$
对照河道	CK ₁	10.6	6.3	3.2	10.0	7.5
	CK ₂	10.0	5.6	3.3	11.9	8.0
	$\bar{P}'$	10.8	6.0	3.2	11.0	7.8
西河道	EM 菌西 ₁	8.4	4.2	2.6	8.2	5.8
	EM 菌西 ₂	7.1	4.4	2.7	7.7	5.5
	$\bar{P}'$	7.8	4.3	2.6	8.0	5.6
东河道	EM 菌东 ₁	8.9	5.7	2.5	7.9	6.2
	EM 菌东 ₂	9.3	5.2	2.9	7.7	6.3
	$\bar{P}'$	9.1	5.4	2.7	7.8	6.2

注:评价标准 $\rho(\text{COD}_{\text{Cr}})$ 为 25 mg/L, $\rho(\text{BOD}_5)$ 为 10 mg/L, $\rho(\text{NH}_3\text{-N})$ 为 1.5 mg/L, $\rho(\text{TP})$ 为 0.2 mg/L。

2.3 试验水域水质评价与分析

试验区域水质评价结果见表 4。综合评价结果表明,对照水域水质的综合污染指数平均值为 7.8,

2.2 试验水域水质监测结果

龙尾河试验点处理西组、处理东组及中间对照组的水质监测结果见表 2、表 3。由表 2、表 3 可以看出,投加 EM 菌的试验水域在试验期间水质的 COD_{Cr} 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 BOD_5 、SS、TP 等指标均有所改善,其处理西组水质好于处理东组,处理东组水质又好于对照组。

表 1 试验水域本底水质监测结果

试验水域	$\rho(\text{NH}_3\text{-N})$ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	$\rho(\text{TP})$ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	$\rho(\text{SS})$ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	$\rho(\text{COD}_{\text{Cr}})$ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	$\rho(\text{BOD}_5)$ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	综合污染指数 $\bar{P}$
EM 菌东	14.9	1.98	75	162	28.2	7.28
EM 菌西	14.8	2.01	70	158	30.1	7.31
CK	15.0	2.00	73	159	29.8	7.34

投加 EM 菌活性液 15 L 后的 EM 菌东处理水域水质的综合污染指数平均值为 6.2,比对照组降低了 20.5%;以 15L 活性液与锯末混合为温基抛撒的 EM 菌西处理水域水质的综合污染指数平均值为 5.6,比对照组降低了 28.2%,比处理组 EM 菌东降低了 9.7%。

$\text{NH}_3\text{-N}$ 在对照河道、东河道和西河道处理水域的水质综合污染指数平均值分别为 10.8、9.1 和 7.8,东西河道处理水域的水质综合污染指数平均值的改善率分别为 15.7% 和 27.8%; COD_{Cr} 在对照河道、东河道和西河道处理水域的水质综合污染指数平均值分别为 6.0、5.4 和 4.3,东、西河道处理水域的水质综合污染指数平均值的改善率分别为 10.0% 和 28.3%; BOD_5 在对照河道、(下转第 99 页)

开展水政监察、水行政执法等工作。针对邢台市的实际情况,有地表水、地下水、引朱济邢来水、南水北调的长江水、黄河水、中水(邢台市正在建设日处理污水 9 万 m^3 的污水处理厂,最终规模日处理污水 15 万 m^3),各种水的来源不同,水质不同,水价不同,由于利益和效益因素,必然出现抢争水价低、水质好的水源,这样就必须由水务部门统一管理,优化配置,合理开采,才能使有限的水资源为飞速发展的经济发挥应尽的作用。

在城市水环境建设规划方面,注重水资源综合利用规划的地位、效力、与其他规划的关系,规划充分考虑各种用水需求,发挥水资源的综合功能,规划的编制遵循水环境优先的原则,其编制和审批必须经法定程序,以及加强规划的实施和监督。

5.2 合理调度水源和外流域调水

邢台市属于资源型缺水地区,只有坚持开源节流与保护并重,才能缓解供需矛盾和实现水资源的可持续利用,所以在节流的前提下,适当开源是完全必要的。从邢台市现状来看,一方面是充分发挥现有的各种引蓄水工程的作用,实现优化调度。目前进行的“引朱济邢”调水工程,为改善邢台市水环境发挥了重要作用,但由于资源型缺水严重,这方面潜力有限;另一方面最大的希望是外流域引水,南水北调中线工程实施,是解决邢台市水资源水危机的根本措施。

5.3 建立节水型社会

水是 21 世纪全社会关注的重点,也是制约国民经济发展的重要因素,但是水资源是有限的,而工农

业生产、环境、生活用水随着社会的发展而逐渐增加,供需矛盾仍十分突出,只靠开采和流域调水是无法解决的。因此,必须建立节水型社会,工业要按世界先进节水目标改造,使百元工业产值用水量控制在最低范围;农业要进行产业结构调整,限制耗水量大的作物发展,提倡耐旱作物;推广节水灌溉,逐步推行收取农业用水水资源费征收,用经济杠杆促进农业节水;在城镇努力推广节水器具,提倡中水利用,推广中水和饮用水分路供给;推行按水质定价;加大节水宣传力度,人人树立节水意识,建设节水型社会。

同时,也要抓好节流,邢台市水行政主管部门,负责全市用水的统一管理,仅一年就节约用水 4000 万 m^3 ,占年度供水量的 28.7%。这些措施极大缓解了水资源供需不足矛盾。此外提高水资源的重利用率,有条件区域改变农业、工业用水方式,引进一些节水技术,实现水资源的合理利用,保持城市水环境健康发展。

参考文献:

[1] 乔光建.区域水资源保护探索与实践[M].北京:中国水利水电出版社,2007:97-103.
[2] 乔光建,吕思过.中国水利学会 2003 学术年会论文集[C]//城市水环境治理方法的探索与实践.北京:中国三峡出版社,2003:637-639.
[3] 乔光建,鲍其钢,赵永其.邢台百泉岩溶地下水系统特征分析与开发利用研究[J].水资源保护,2003(4):7-9.
(收稿日期 2007-10-15 编辑 徐娟)

(上接第 95 页)

东河道和西河道处理水域的水质综合污染指数平均值分别为 3.2、2.7 和 2.6,东、西河道处理水域的水质综合污染指数平均值改善率分别为 15.6% 和 18.8%;TP 在对照河道、东河道和西河道处理水域的水质综合污染指数平均值分别为 11.0、7.8 和 8.0,东、西河道处理水域的水质综合污染指数平均值改善率分别为 29.1%和 27.3%,

根据上述评价分析可以看出:①在处理水域投入 EM 菌活性液 15 L 后,水质有所改善,改善率可达 20% 以上;②用 EM 菌活性液和锯末混合成湿基抛撒后,对有污染型河流水质的净化效果比用同量的 EM 菌活性液泼洒的净化效果要好,其净化效果改善率可达 30% 左右;③EM 菌对河流水质指标的净化选择性顺序依次为 TP、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 BOD_5 和 COD_{Cr} 。

2.4 经济效益分析

根据试验设计,处理河水 2.5 m^3/h ,每投一次 EM 菌湿基,共处理河水为 600 m^3 ,每次投放 EM 菌

湿基成本价格为 35 元,加入人工成本和管理费用等计约 55 元,折合河水的处理费用为 0.09 元/ t ,其经济可行性较强。

3 结 论

a. EM 菌的投放对有机污染型河流,特别是对流速缓慢的有机污染型河流的水质可起到一定的净化作用,其水质改善率可达 20% 以上。

b. EM 菌对有机污染型河流水质的净化效果,因 EM 菌的投放方式和数量等不同而不同。一般以湿基投放方式要比用同量稀释液投放方式的净化效果好。

c. EM 菌对有机污染型河流水质指标的净化是有选择性的,其选择性顺序依次为 TP、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 BOD_5 和 COD_{Cr} 。

d. 根据分析,河水净化处理费用为 0.09 元/ t ,经济上具有较强的可行性。

(收稿日期 2007-12-12 编辑 徐娟)