

们在白色生物膜中却分离到了茄病镰刀菌、茄病镰刀菌蓝色变种以及其它 3 种镰刀菌。这说明含氰废水中茄病镰刀菌需要和它的菌生活在一起,可能由于生物种间的协同作用 (Synergistic action) 以及对毒物的连续氧化作用 (Sequential oxidation), 才使茄病镰刀菌等的活性不被钝化而连续处理了含氰废水。这可能对有名的氰分解菌——茄病镰刀菌的生产应用指出了方向,即不能只用茄病镰刀菌的纯菌液处理含氰废水,须和其它菌一起成为混合菌液,才能使其保持高酶活性,有效地连续地处理含氰废水。

微白链霉菌金属色泽变种由阎逊初先生等命名,珊瑚色诺卡氏菌由阮继生同志鉴定,徐本源等同志参加了茄病镰刀菌除氰试验,特此致谢。

参 考 文 献

- [1] 中国农林科学院原子能利用研究所等, 环境科学, 2, 47—49(1977).
- [2] 谢淑敏等, 环境科学, 4(1), 1—5(1983).
- [3] 樱井, 日本水处理生物志, 1, 23(1964).
- [4] 河合公利, 日本农艺化学会讲演要旨集, 159页, 日本农艺化学会, 东京, (1971).
- [5] 清水达雄, 石油と微生物, 7, 13—35(1972).
- [6] Raper, K. B., et al., *The Genus Aspergillus* The Williams & Wilkins Company, Baltimore (1965).
- [7] Raper, K. B. et al., *A Manual of the Penicillia*, The Williams & Wilkins Company, Baltimore (1949).
- [8] Rifai, M. A., *A revision of the genus Trichoderma*, Mycological papers No. 116 (1969), Commonwealth Mycological Institute Kew.
- [9] Lodder, J., *The Yeasts: A Taxonomic Study*, 2nd & enlarged ed., Amsterdam, North Holland, (1970).
- [10] 中国科学院微生物研究所放线菌分类组, 链霉菌鉴定手册, 科学出版社, (1975).

凤眼莲净化污水试验研究

谢心义 张艳茹 郎业广 刘忠阳 邹大龄

(辽宁省环境保护科学研究所)

(辽宁省盐碱地利用研究所)

1979 年至 1982 年, 我们利用水生植物凤眼莲(又名水葫芦)进行了净化污水的试验研究。本文介绍凤眼莲对污水中的化学耗氧量、生化需氧量、氮、磷、钾的去除以及对污水中重金属吸收作用的研究。

采用的污水分别是城市生活污水, 部分工业废水及被污染了的湖水, 通过小试验和中间扩大试验证明, 凤眼莲对污水中的化学耗氧量、生化需氧量及氮、磷、钾有明显的去除作用, 对污水中的重金属也有吸收作用。

试验设计与方法

小试验在深 0.5 米、体积为 71.58 升的缸中进行。以三个缸作为对照, 另三个缸作净

化处理。在对照和净化处理各缸中放入相同的污水。将相同重量、相同株数的凤眼莲放入净化缸中进行对比净化试验。

中间试验是在长 8 米、宽 0.5 米、深 0.6 米的对照池和长 42 米、宽 0.9 米、深 0.5—0.7 米的净化池中进行的。试验中随时测污水的水温、pH、COD、BOD、氮、磷、钾及重金属的变化情况, 从而找出凤眼莲净化污水的效果和规律并进行了回归分析。

试验材料为农村的新鲜凤眼莲及本所冬季保存的凤眼莲。

参加本工作的还有贾志诚、祁国琛、张阁清、张桂娟、张祝丙、李光辉、张甜甜、周永达等同志。

试 验 结 果

一、去除化学耗氧量(COD)试验

试验共做了十六批, 试验表明凤眼莲放入 COD 起始值为 189.33 毫克/升—375.92 毫克/升的污水中, 经 5—9 天可降至 100 毫克/升以下, 其平均降解率为 79.38%。本文选出三批凤眼莲作去除 COD 试验作介绍。从表 1 中可看出凤眼莲在净化缸中对污水 COD

有明显的去除作用, 表中标出去除率。建立了凤眼莲降解污水中 COD 与净化时间的数学模型, 符合指数函数和幂函数的规律, 按曲线拟合求出方程:

$$y = AX^{-B}$$

及

$$y = Ae^{-B(X-1)}$$

试验数据均用电子计算机, ALGOL 语言编译程序在 DJS-21 机计算得出(从略)。

表 1 凤眼莲净化污水去除 COD 效果

批 号	日 期	天 数 (day)	对 照 (mg/l)	净 化 (mg/l)	差 值 (mg/l)	去 除 率 (%)	气 温 (°C)	水 温 (°C)	降 雨 量 (mm)
第二批	8月10日	1	318.75	315.00	—	—	27.1	22.7	—
	13	4	233.85	167.04	66.81	28.57	24.6	20.0	2.3
	15	6	181.28	132.76	48.52	26.77	20.4	15.5	4.0
	17	8	180.09	102.91	77.18	42.86	23.3	18.3	0.1
	21	12	169.37	73.04	96.33	56.88	24.5	18.5	—
	23	14	160.76	39.66	121.10	75.33	24.3	18.0	—
第三批	8月27日	1	354.24	356.71	—	—	19.8	14.0	—
	31	5	313.72	202.4	111.32	35.48	20.4	15.5	0.3
	9月3日	8	286.01	138.23	147.78	51.67	20.6	15.5	—
	4	9	262.60	106.05	156.55	59.62	21.1	16.0	—
	5	10	227.59	65.74	161.85	71.11	19.7	15.7	—
	6	11	224.48	53.71	170.77	76.07	18.6	14.6	—
	7	12	228.42	43.74	184.68	80.85	17.3	13.5	—
	11	16	193.04	35.56	157.48	81.58	18.5	14.0	—
第五批	9月11日	1	370.84	375.92	—	—	18.5	16.5	—
	13	3	350.52	218.29	132.23	37.72	18.8	14.5	—
	14	4	254.00	152.00	102.00	40.16	17.3	13.0	—
	15	5	196.81	72.21	124.60	63.31	16.1	12.0	—
	17	7	163.10	60.58	102.52	62.86	15.2	14.5	—
	20	10	158.44	32.62	125.82	79.40	18.4	15.5	—

凤眼莲去除 COD 达到规定的排放标准 100 毫克/升以下所需的净化时间, 即实际测得净化平均天数为 6.5 天, 与曲线方程的理论计算 6.6 天是相近的。

同时找出凤眼莲去除 COD、天数与去除率之间的关系方程, 去除率随凤眼莲净化天数增加而增加, 由方程便可计算出去除率在 70% 时的净化时间为 7.6 到 11.5 天之间(见图 1)。

在凤眼莲净化污水的同时, 测量凤眼莲

生长量, 找出生长量与 COD 之间的关系。由图 3 可见, 随凤眼莲生长量增加, COD 明显下降。

在中间扩大试验中, 经六批试验可明显地看出凤眼莲去除污水化学耗氧量的效果。当 COD 的起始值为 297.3—383.5 毫克/升之间时, 经 4—5 天 COD 值可降至 100 毫克/升以下, 其平均除去率为 80%。

二、凤眼莲对污水中 BOD 的去除试验
试验表明凤眼莲对污水中的生化需氧量

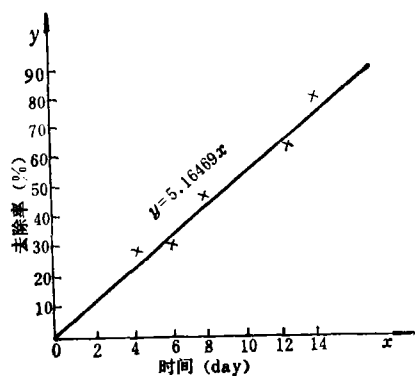


图 1 COD 去除率与时间的关系
(第二批试验)

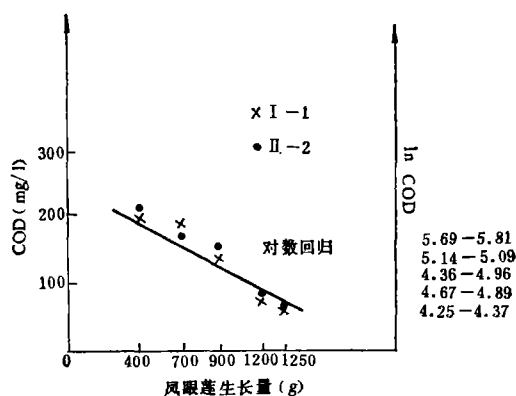


图 3 凤眼莲生长量与 COD 的关系
(第二批试验)

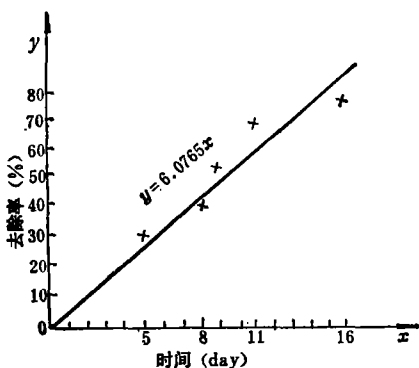


图 2 COD 去除率与时间的关系
(第三批试验)

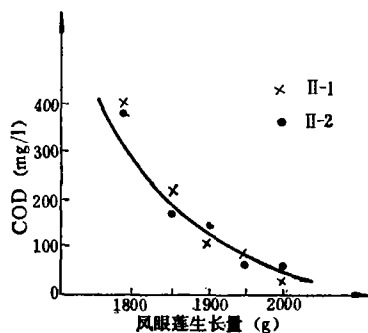


图 4 凤眼莲生长量与 COD 的关系
(第五批试验)

表 2 凤眼莲净化污水去除 BOD 效果

批 号	日 期 (月、日)	净 化 (day)	对 照 (mg/l)	净 化 (mg/l)	降解率 (%)	生长状态	水温(°C)
第一批 (下水道水)	7.15	1	134.2	108.3	—	良好	22.0
	7.21	7	75.5	41.0	45.7	良好	21.5
	7.25	11	59	6.4	89.2	良好	13.5
第二批 (湖水)	7.8	1	20.0	111.5	—	良好	20.0
	7.9	2	13.0	60.0	27.7	良好	18.0
	7.12	5	86.1	4.5	94.8	良好	19.5
第三批 (湖水)	7.22	1	55.0	50.0	—	良好	20.0
	7.25	4	39.5	15.8	60.0	良好	14.0
	7.27	6	15.6	3.2	79.5	有开花	23.5
	7.29	8	14.1	1.18	91.6	有开花	24.0

(BOD₅)也有去除效果。六批试验证明,BOD₅的起始值为50—110毫克/升,经凤眼莲生长5—11天后,最低值可达1.18毫克/升,其平

均去除率为91.8%(见表2)。

三、凤眼莲去除污水氮、磷、钾试验

本试验用水为沈阳市市区南运河的污

水,即生活污水和工业废水的混合水。铵态氮(NH_4^+-N)起始值为 10.1 毫克/升,经凤眼莲生长 4 天后降至 2.9 毫克/升,去除率为 71.3%,经 20 天可降至 0.14 毫克/升; PO_4^{3-} 由 6.6 毫克/升经 5 天后降至 2.7 毫克/升。经 20 天可降至 0.46 毫克/升; K^+ 经 7 天后由 14.8 毫克/升降至 4.3 毫克/升,经 20 天可降至 0.62 毫克/升。由表 3 可见,凤眼莲去除污

水中氮、磷、钾效果显著。

四、凤眼莲除去污水中重金属的效果

试验用水为沈阳卫工明渠污水和鲁迅公园湖水下水道污水。污水中的 Cu、Zn 经凤眼莲 15 天的吸收均有下降,其去除率分别为 50%、78%,10 天后 Pb 的去除率为 10.7%。

随着污水中重金属含量的下降,凤眼莲植株内重金属的含量增加,其中根部增加量高于茎叶,因此将根与茎、叶分开测定。将同一时间内污水中重金属的含量变化与植物体内重金属含量的变化作了比较(表 4)。

表 3 凤眼莲除去污水中氮、磷、钾的效果

处理	浓度 (mg/l)	株 重		净化效果 (mg/kg · day)	
		克/盆	克/株	阴离子	阳离子
NH_4NO_3	100	83.0	41.5	309.7	60.0
	200	95.0	47.5	406.4	168.0
	600	65.2	32.6	1150.4	95.4
	平均	81.1	40.5	623.2	107.8
KH_2PO_4	50	78.8	39.4	3.8	128.1
	150	100.0	50.0	72.0	136.7
	350	84.6	42.3	142.0	270.4
	平均	87.8	43.9	72.6	178.4
KCl	200	99.0	49.5	75.2	191.0
	300	74.5	37.3	99.7	269.0
	500	59.6	29.8	292.1	390.1
	平均	77.7	38.9	122.3	283.4

表 4 净化前后的污水及植物中
重金属含量 单位: ppm

样品	日 期	Cu	Pb	Zn	Cd	In
水 样	7月23日	0.30	0.54	0.10	痕量	0.060
	8月2日	0.11	0.25	0.39	痕量	0.057
	降 低	0.19	0.29	—	—	0.003
水 样	8月2日	0.25	0.16	0.55	痕量	0.043
	8月12日	0.04	0.11	0.40	痕量	0.030
	降 低	0.21	0.05	0.15	—	0.013
植 物 干 样	7月23日根	17.19	13.43	41.63	0.54	
	8月12日根	64.45	85.73	46.03	3.07	
	增加量	47.26	72.30	4.40	2.53	
	增加倍数	2.75	5.38	0.11	4.69	
	7月23日茎叶	10.57	4.80	29.79	0.48	
	8月12日茎叶	26.74	12.16	14.59	2.43	
	增加量	16.17	7.36	—	1.95	
	增加倍数	1.53	1.53	—	4.06	

讨 论

凤眼莲净化污水的试验研究证明凤眼莲适用于生活污水和部分工业废水的净化,对静态和流速缓慢的水体中的 COD、BOD、氮、磷、钾等具有明显的去除作用,对污水中的重金属有一定的吸收作用,还有除臭、降低污水嗅阈值的作用。

在凤眼莲净化污水的同时,还测了凤眼莲的光合速率,按其年生长面积为四千平方米计,一年可吸收二氧化碳 12.28 吨,可放出氧气 8.96 吨,起到净化大气、调节环境的作用。

净化污水后的凤眼莲可作为生产沼气的原料,我们曾做了沼气试验,生产出的沼气的热值达四千多大卡,而沼气液又是很好的肥料。

净化污水后的凤眼莲用于饲料问题,需要测定其重金属的含量,若低于允许残留量时,则可作饲料使用。

经过几年来的研究证明凤眼莲可用于池塘、沟渠污水的净化、污水处理厂的综合治理、污水库、氧化塘、农田灌溉污水的净化、城市公园污水的净化及绿化水面等。

用凤眼莲净化污水具有省设备、省投资、节能等特点,在净化水体的同时又可净化空气、除臭、绿化水面、促进生态平衡,是一种经济有效,易于推广的净化污水的新方法。

参 考 文 献

[1] 美国工业导报, 20(1976).

[2] Thowas N. C. *Water Research*, 4, 343(1979).

[3] 胡舜慧, 植物生态学与地植物学丛刊, 5(3), 187 (1981).

北京郊区春季飘尘特征

陈 万 奎

(国家气象局人工影响天气研究所)

为了分析北京郊区春季飘尘特征, 我们于 1982 年 4 月 19、21、26、27、28 日在沙河机场附近进行了航空测定。前四天观测区域处于市区和东郊工业区的下风向, 属浑浊大气, 最后一天处于上风向, 又值雨后, 能见度极好, 属洁净大气。飞机飞行空域达 400 平方公里, 本文引用资料的测量空域约为 160 平方公里。主要测量仪器为机载前向散射粒子谱仪。

观 测 结 果

1. 飘尘浓度随高度的分布

各层飘尘平均浓度列于表 1。从表 1 看出, 飘尘浓度不是随高度的增加而单调下降, 在近地层浓度随高度增加而增加, 到一定高度后再明显下降, 飘尘平均浓度最大值在 400—1000 米层。各个观测日最大浓度层出现高度因逆温层顶高度不同而异, 如 4 月 21 日, 逆温层顶高, 最大浓度层出现高度亦高, 但上述平均分布形式仍是相似的。

本文测得的 0—400 米层平均浓度与朱文琴等人^[1]在北京北郊德胜门外观测铁塔测得的平均飘尘浓度($0.5 \leq D \leq 8$ 微米) $\bar{N} = 33.7$ 个/厘米³ 是接近的, 测量时能见度在 10 公里以下。

2. 飘尘粒子浓度的分布

各段大小间隔飘尘粒子浓度列于表 2。从表 2 看出, 0—400 米层, 400—1000 米层

表 1 低空飘尘($0.5 \leq D \leq 8$ 微米)平均浓度

观测时间	高度 (米)			
	0—400	400—1000	1000—1500	1500—3000
19日14时	19.4	21.0	18.0	5.8
21日13时	20.2	32.1	63.4	9.8
26日14时	72.1*	114.4	6.4	3.9
27日8时	32.5	35.2	7.6	7.0
平均浓度	36.0	50.7	23.9	6.6
浓度标准差	24.8	42.9	26.9	2.5
浓度极端值比 (最大平均浓度) 最小平均浓度)	3.7	5.4	9.9	2.5

* 72.1 是按 0—400、400—1000 米层中浓度比值最小值 0.63 推算得出的。

都是 0.5—2 微米粒子浓度最高。

飘尘粒子大小谱分布密度若按 Junge 幂指数形式 $dN/d \log D = C \cdot D^{-\alpha}$ 来拟合, $0.5 \leq D \leq 2$ 微米段拟合较好, 其结果列于表 3。

从表 3 可看出, 同一观测日低空飘尘谱参数 α 变化不大。这说明飘尘来自相同气溶胶源, 被乱流混合得比较均匀。

3. 飘尘质量分布

飘尘质量 M 是按关系

$$M = \frac{\pi}{6} \sum_{i=1}^{15} N_i(D_i) D_i^3 \rho$$

计算的。式中, D_i 为等效球形粒子直径 (对应折射率为 1.33), $N_i(D_i)$ 是大小为 D_i 的飘