

利用水浮莲(*Pistia stratiotes* L.)净化城市污水的实践

吾甫尔·米吉提,艾尔肯·热合曼,苏里坦·阿巴拜克力,阿不都克里木·热合曼 (新疆大学生命科学与技术学院,新疆 乌鲁木齐 830046)

摘要: 将城市污水的流量控制在 400m³/d 左右的条件下,在 3200m² 池面水浮莲净化塘内进行净化处理.结果表明,在滞留处理时间为 8d 时,SS、BOD₅、COD_{Cr}、NH₄-N 与色度的去除率分别保持在 91.85%、84.54%、81.91%、61.88%、86.96% 以上,净化水的理化指标达到二级排放标准;细菌总数与大肠杆菌群总数的剩余率也仅为净化前的 0.0078% 和 0.075%,水的卫生指标也得到明显改善.

关键词: 水浮莲;净化塘;城市污水;实践

中图分类号: X73 文献标识码: A 文章编号: 1000-6923(2002)03-0268-04

Practice of purifying city wastewater by water lettuce (*Pistia stratiotes* L.). Gofur Mijit, Erkin Rahman, Sultan Ababakry, Abdukerim Rahman (College of Life Sciences and Technology, Xinjiang University, Urumqi 830046, China). *China Environmental Science*. 2002,22(3): 268~271

Abstract: Under condition of controlling city sewage flow rate at about 400m³/d, the sewage was purificated in *Pistia stratiotes* L pond with 3200m² area. Results show that under the condition of 8d retention time for treatment, the removal efficiencies of SS, BOD₅, COD_{Cr}, NH₄-N and colority are retained over 91.85%, 84.54%, 81.91%, 61.88% and 86.96% respectively; with the indicators of purificated water reached 2nd grade of discharge standards; the residual rates of total bacteria number and coliform group organisms are only 0.0078% and 0.075% of non-treated sewage; the hygiene indicators of water are also improved apparently.

Key words: *Pistia stratiotes* L.; purification ponds; city sewage; practice

城市污水处理采用传统的二级生化处理技术和污水三级深度处理技术能够达到标准水质的要求,但其投资多、能耗大、运行费高,从而使这些方法在很多地区难以推广应用^[1].常规氧化塘处理法和土地处理法虽然在基建投资、运行费用和能耗都低于其他方法,但这种方法也有占地面积大,净化效果不稳定,容易对周围环境卫生产生不利的影响,造成二次污染等缺点^[1,2].

乌孜别克斯坦共和国科学院微生物所从美国引进了野生水浮莲,又名大藻(*Pistia stratiotes* L.),培育出具有较强的酸碱度耐性,能够正常地生长于高浓度有机物废水中,并成为高效净化的驯化品种^[3].其对污水的净化是通过根系附生的微生物及藻类对污水中的有机物进行降解,再由根系吸收同化降解产物而实现的^[4].通常污水在水浮莲稳定塘净化 8~9d 后,水的理化指标大大改善,病原菌的数量显著的下降^[5].该方法已在乌

孜别克斯坦共和国和许多国家广泛用于污水的净化处理^[5].新疆大学生物系从乌孜别克斯坦共和国科学院微生物所引进了水浮莲,并成功地应用于酒厂污水^[6]与麻黄素厂污水净化处理^[7].

新疆和田市污水处理厂从 1985 年起用常规的氧化塘法对该市污水进行净化,多年来排放水质高于排放标准,对周围环境以及农业生产造成一定危害.本研究利用引种水浮莲与水浮莲塘工艺,首次对城市污水进行了净化实施,取得了满意的结果^[8].

1 材料与方法

1.1 研究地点

新疆维吾尔自治区和田市污水氧化塘近侧水浮莲塘基地.该市位于东经 77°30'~84°30',北纬

收稿日期: 2001-10-10

基金项目: 新疆大学横向课题基金资助项目(19970302)

34°20′~39°18′,属北温带,典型的内陆性干旱气候.

1.2 水浮莲的驯化品种

水浮莲由新疆大学生物系提供.水浮莲的运送、活化、复壮与扩增,按常规方法进行^[9].

1.3 净化池流程工艺

水浮莲净化塘由1个沉淀池和4个净化池组成(图1),沉淀池水深4m,面积200m²,容积为800m³左右,沉淀池污水出口的水流量控制在400m³/d左右.4个净化池的水深1.0m左右,每个池面积为800m²,每池容积为800m³,净化池总面积为3200m².由沉淀池出口流出的污水从净化池I的入口处向净化池IV的出口处缓缓流动,流程控制在8d.各池内污水深度达70cm时,将经活化、复壮与扩增的水浮莲投入池内,生长繁殖直到覆盖所有的4个净化池面.但应将水浮莲的密度保持在3~4kg/m²湿重左右,以保持旺盛的长势和净化污水的能力,可将过量生长的植物捞出用作饲料和绿肥.

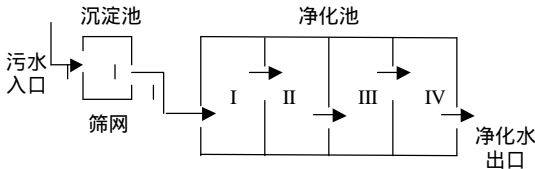


图1 水浮莲净化塘示意

Fig.1 Schematic diagram of purification ponds with water lettuce

1.4 生物量增长量的测定

根据夏亚克夫的方法^[11]池内水浮莲密度保持在2kg/m²的条件下,连续培养21d后得日平均生物量的湿重增加量.

1.5 细菌总数的测定

用采样器从污水净化池I的污水入口处与净化池IV出口处取水样,将水样稀释10~10⁵倍,接种于肉汤蛋白胨固体培养基,在隔水式恒温培养箱内(37℃)倒置培养24h计数^[10].

1.6 大肠杆菌群数的测定

从净化池I的污水入口处和净化池IV出口处取水样,将水样稀释10~10⁵倍,用多管发酵法

测定^[10]大肠杆菌群数.

1.7 水质分析

由新疆维吾尔自治区和田地区环境监测站,分别从净化池I的污水入口处和净化池IV出口处取样,按国家规定的方法^[11],分析检测pH值,SS,BOD₅,COD_{Cr},NH₄-N,色度等理化指标.

2 结果

2.1 水浮莲在城市污水中的生长观测

引种的水浮莲在河水池中活化3d,移到羊粪营养池中,复壮与扩增15d后,置于城市污水净化池I中.在河水池和羊粪营养池中放入一定量的水浮莲与城市污水净化池中的水浮莲生长状况作对照,进行连续观察,测定生物量的增长量(表1).试验时气温18~37℃,水温为21~34℃.

表1 在不同环境条件下生物量的增长

Table 1 Increase of the biomass of water lettuce under various environmental conditions

生长环境	pH值	生物量的增长量(湿重 g/m ² 水面)	
		21d	日平均
河水	7.05	1896.00	92.90
河水加羊粪 5g/L	7.03	8358.00	398.00
城市污水	6.70	8850.03	421.43

水浮莲生长过程中个体形态的发育除在河水池中生长植株较弱小外,其余无明显差异,色泽正常,属正常发育的类型.从表1可看出,在不同的水环境中,水浮莲生物量的增长量各不相同,在河水中营养物有限,生物量的增长受到了限制,在羊粪营养物和城市污水中水浮莲生长较快,其中在富含营养物的城市污水中生长繁殖速度最快.在环境条件相同或相近时,生长速度取决于营养条件,水浮莲根系附生的微生物与藻类代谢旺盛,有效地降解了城市污水中的有机物质,给水浮莲的快速营养繁殖提供了充足的营养.上述结果表明,水浮莲很适合在城市污水中生长繁殖,净化污水.

2.2 水质的净化

可以直观的观察到的流入净化池I的污水污染程度较严重,比较混浊,有臭味.而从净化池IV

流出的水清亮透明,无色无味.从8月初(平均气温均28℃)到10月底(平均气温约16℃)对水的理化特性分别进行3次测试分析,结果见表2.

表2 水浮莲塘水质净化效果分析(mg/L)

Table 2 Analysis of purification efficiency on water quality of water lettuce pond (mg/L)

时间	采样地点	pH值	SS	BOD ₅	COD _{Cr}	NH ₄ -N	色度
1998-08-01	净化池 I 入口	6.10	298.00	128.20	379.02	43.70	65.20
	净化池 IV 出口	7.16	22.50	19.81	66.50	16.66	8.50
	去除率(%)		92.45	84.54	82.45	61.88	86.96
1998-09-03	净化池 I 入口	6.07	276.00	132.60	367.07	41.94	68.60
	净化池 IV 出口	6.79	22.50	19.50	66.40	15.44	8.20
	去除率(%)		91.85	85.29	81.91	63.18	88.05
1998-10-28	净化池 I 入口	6.29	285.32	129.56	387.10	42.13	68.40
	净化池 IV 出口	7.09	20.51	18.30	65.20	15.22	8.70
	去除率(%)		92.81	85.88	83.16	63.87	87.28

虽然在3次测试中,各项理化指标的数据有一定的波动,但都局限在一定范围内,显示了较大的重复性.如酸碱度由6.20左右转变为7.0以上,SS、BOD₅、COD_{Cr}、NH₄-N与色度的去除率都分别保持在91.85%、84.54%、81.91%、61.88%、86.96%以上,达到了理想的净化效果,净化水的各项理化指标均达到国家GB8978-1996中规定的二级排放标准.表明了用本方法净化城市污水的有效性与可靠性.

2.3 污水卫生状况的变化

水样中微生物的数量是水质净化的一个重

要参数.从8月初至10月底对净化池I入口和净化池IV出口的水样,以细菌总数和大肠杆菌群总数为指示菌进行了3次检测分析(表3).虽然3次检测的结果有一定的波动性,但在菌数的减少率上有相对的一致性.细菌的平均数由 2.89×10^7 个/mL下降到 2.26×10^3 个/mL;大肠杆菌群的平均数由 1.4×10^5 个/L减少到 1.05×10^2 个/L.分别是原来密度的0.0078%与0.075%.水的卫生指标在8d的净化流程中得到了明显改善.3次检测结果表现出相对的一致性,也从另一方面说明了本方法的稳定性与安全性.

表3 净化池中微生物的数量

Table 3 Microorganism counts during purification processing

时 间	细菌总数(个/mL)		大肠杆菌群总数(个/L)	
	净化池 I 入口	净化池 IV 出口	净化池 I 入口	净化池 IV 出口
1998-08-01	4.2×10^7	1.9×10^2	3.83×10^5	8.8×10
1998-09-03	1.67×10^7	6.23×10^3	2.05×10^4	9.65×10
1998-10-28	2.80×10^7	3.53×10^2	1.65×10^4	1.30×10^2
平 均	2.89×10^7	2.26×10^3	1.4×10^5	1.05×10^2

3 讨论

3.1 水浮莲在城市污水中能高效地繁育

水浮莲在城市污水中的生长观测结果表明,水浮莲适合在城市污水中生长.在微生物及藻类的协作下,可以高效地吸收、同化污水中的降解

物,生长繁殖速度明显地高于其他对照组;适于在城市污水中生长繁殖并对其进行净化.

3.2 水浮莲净化城市污水的有效性

在8~10月期间对污水的净化情况进行了3次检测分析的结果表明,虽然平均气温已从28

降至 16 左右,但净化水的理化指标与卫生指标都比较稳定,未出现过大的波动.同常规氧化塘处理废水效果^[12]相比,BOD₅、COD_{Cr}、SS 和 NH₄-N 的去除率均高达 5%~10%;细菌总数和大肠杆菌群总数的减少率也均高出数十倍,净化周期也仅为 1/10 左右.显示了驯化品种在较高浓度污水中的适应能力和净化能力,在较恶劣的环境条件下仍能较稳定的净化污水^[8].

常规氧化塘处理法和土地处理法,因占地面积大、净化周期长、净化效果不稳定,容易对周围环境卫生产生不利的影响.据不完全统计,新疆每年有 3.98×10⁸t 污水,其中有 2×10⁸t 为城市生活污水,其处理率不足 5%^[6].大多数市县采用直接排放,渗漏法,已引起了局部水域,水体水质及周边环境的污染^[6].用本方法净化城市污水充分显示了周期短、高效、经济、省地、稳定、安全可靠、绿化环境等优点.易于在中小市县污水处理中推广应用.因此本研究给现有的城市污水处理方法^[6,13]提供了新的途径—水浮莲塘工艺.

3.3 低温季节污水的净化

在北方冬季较冷,本方法容易受到温度的限制.但根据在水面积为 160m²的水浮莲过冬温室(白天室温为 28 左右,夜间为 12 左右),于当年 12 月下旬对该城市污水进行的一次水质净化检测分析结果表明,和 8、9、10 月份的净化效果无过大波动.显示了在光照、温度及营养等都得到保障的条件下,引种的驯化品种仍可正常的进行代谢活动,因此可适当地设置温室,提高水浮莲的利用率,可连续不断的在冬季净化污水.

4 结论

利用水浮莲塘工艺,首次对城市污水进行净化实践.结果表明,水浮莲很适合在城市污水中生长繁殖和净化城市污水;污水在滞留处理时间为 8d 的条件下 SS、BOD、COD_{Cr}、NH₄-N 和色度的去除率分别为 91.85%、84.54%、81.91%、61.88%、86.96% 以上,净化水的理化指标达到国家规定的二级排放标准;水的卫生指标也得到了

明显改善.本方法在中小城市污水的净化领域中较大的应用前景.适当的设置温室在低温季节可连续不断的净化污水,提高水浮莲的利用率.

参考文献：

- [1] 黄晓武.新疆城市污水处理问题探讨 [J]. 新疆环境保护,1999,8(1):53-55.
- [2] 崔理华,朱夕珍,汤连茂,等.城市污水人工土快滤、床与水生植物复合处理系统 [J]. 中国环境科学,2000,20(5):432-435.
- [3] , , , [M]. : , 1993.1-30.
- [4] , [D]. : , 1991.21-44.
- [5] , , , [] . : , 1991.120-121.
- [6] 艾尔肯·热合曼,阿不都克力木·热合曼,吾甫尔·米吉提,等.利用水浮莲净化酿酒业污水的技术及其实践 [J]. 环境科学与技术,1996,73(2):41-44.
- [7] 艾尔肯·热合曼,阿不都克力木·热合曼,吾甫尔·米吉提,等.利用水浮莲净化麻黄素厂污水的中试研究 [J]. 中国环境科学,2000,20(5):409-413.
- [8] 唐海东.和田引种水浮莲实验成功 [N]. 新疆日报,1998-10-3.
- [9] 吾甫尔·米吉提,阿布都克力木·热合曼,艾尔肯·热合曼,等.引种水浮莲适应性的初步研究 [J]. 新疆大学学报,1995,12(校庆增刊):70-74.
- [10] 《水和废水监测分析方法》编委会.水和废水监测分析方法 [M]. 北京:中国环境科学出版社,1989.30-465.
- [11] 胡家骏.环境工程微生物学 [M]. 北京:高等教育出版社,1988.215-221.
- [12] 王德厚.新疆城市废水处理方案的探讨 [J]. 干旱环境监测,1994,8(1):49-51.
- [13] 靳国正.我国城市污水几种处理工艺简介 [J]. 重庆环境科学,1999,21(4):21-24.

作者简介：吾甫尔·米吉提(1958-),男,维吾尔族,新疆乌鲁木齐人,新疆大学生命科学与技术学院副教授、硕士生导师,主要从事生物学方法净化污水和检测污染状况的科研工作.参加了 6 项科研课题,获自治区、市级科技进步奖 3 项.发表论文近 20 篇.