

植物对生活污水中化学需氧量与溶解氧处理效果研究

赵 妍¹, 戚继忠¹, 王旭和²

(1. 北华大学 林学院, 吉林 吉林 132013; 2. 吉林市园林管理处, 吉林 吉林 132013)

摘 要:以吉林市松花江沿岸常见的 19 种耐水湿植物为试材,研究了其对生活污水中化学需氧量(COD)净化效果及污水中溶解氧(DO)的影响。结果表明:植物对城市生活污水具有一定的净化作用,不同植物的净化效果具有一定差异;彩叶草对 COD 的净化效果最好,最高净化率可达 95.18%;水芹对污水中 DO 的增长效果最好,最高增长率为 262.22%;洋铁酸模、一年蓬、桃叶蓼、水芹对 COD 的去除及 DO 的增长的综合处理效果较好,可用于植物净化污水功能景观的构建。

关键词:植物;净化;化学需氧量(COD);溶解氧(DO);景观配置

中图分类号:X 503.23 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)09-0070-04

植物净化污水具有低成本、易管理、高效率等特点,在污水处理技术中已广泛应用,利用植物净化有机废水也经济有效^[1-5]。

化学需氧量(Chemical Oxygen Demand, COD)是以化学方法测量水样中需要被氧化的还原性物质的量。它反映了水中受还原性物质受污染的程度。COD 值越高,表明水污染的越严重。溶解氧(Dissolved Oxygen, DO)是空气中的分子态氧溶解在水中的量。DO 值的多少反映了水的自净能力的强弱,DO 值高,表明水的自净能力强。

据研究,由芦苇、美人蕉(*Canna indica* Linn.)、石菖蒲(*Acorus gramineus* Soland, Grassleaved Sweetflag)、香蒲(*Typh*)等构成的人工湿地对污水中 COD 净化效果较好^[6-8]。因此,可利用植物这一功能,构建人工湿地,既降低水体污染又为城市创造绿化景观^[9-11]。然而目前此类研究多针对中国南方植物,现对吉林市松花江沿岸常见的 19 种耐水湿植物对污水有机物的净化能力进行研究,以期筛选净化污水效果较好的植物景观。

1 材料与方法

1.1 试验材料

根据适应性强、耐污性强、抗病虫害能力强等原则,

第一作者简介:赵妍(1979-),女,硕士,讲师,研究方向为园林植物与观赏园艺。E-mail:zhaoyan9032@163.com.

责任作者:戚继忠(1963-),男,博士,教授,研究方向为园林植物与观赏园艺。

基金项目:吉林省教育厅基金资助项目(2007118)。

收稿日期:2012-12-12

选择松花江沿岸污水排放口附近生长状况良好的 19 种植物作为研究对象(表 1)。

表 1 供试植物名录

Table 1 List of plants in the experiment

序号	植物名称	拉丁名
1	泽泻	<i>Alisma orientale</i> (Sam.) Juz.
2	和尚菜	<i>Adenocaulon himalaicum</i> Maxim.
3	灰绿藜	<i>Chenopodium glaucum</i> L.
4	洋铁酸模	<i>Rumex patientia</i> L. var. <i>callosus</i> F. Schmidt
5	桃叶蓼	<i>Polygonum persicaria</i> L.
6	黑心菊	<i>Rudbeckia hybrida</i> Hort.
7	戟叶蓼	<i>Polygonum thunbergii</i> Sieb. et Zucc.
8	马蔺	<i>Iris lactea</i> var. <i>chinensis</i> Thunb.
9	紫萼	<i>Hosta ventricosa</i> Stearn
10	彩叶草	<i>Coleus blumei</i> Benth.
11	艾蒿	<i>Artemisia argyi</i> Levl. et Vant.
12	白三叶	<i>Trifolium repens</i> L.
13	山莴苣	<i>Lactuca indica</i> L.
14	美汉草	<i>Meehanian urticifolia</i> (Miq.) Makino
15	毛茛	<i>Ranunculus japonicus</i> Thunb.
16	连钱草	<i>Glechoma hederacea</i> L. var. <i>longituba</i> Nakai.
17	一年蓬	<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.
18	水芹	<i>Oenanthe javanica</i> (Blume) DC.

1.2 试验方法

1.2.1 试验装置设计 以花盆作为植物栽植容器。于花盆(盆口直径为 37 cm,盆底直径为 25 cm,高 45 cm,容积约 22 L)底部放置直径 3~8 cm 左右的鹅卵石,厚度 10 cm 左右作为滤水层,其上铺 1 层塑料窗纱,用以阻隔上层砂子堵塞鹅卵石空隙,在塑料窗纱上放置厚度为 25 cm 的河沙和土壤作为植物基质,在滤水层内埋设

直径 0.5 cm 的塑料管,进行出水样采集。

1.2.2 试验方法 于早春将植物栽植到基质上,每种植物设 3 次重复,同时设置 3 个空白对照;污水采自松花江吉林市段临江门大桥下生活污水排放口,采样时间为早晨 6:00,并对植物定量浇灌,每 10 d 浇 1 次,水样在塑料花盆内停留 10 d 后,用虹吸法取出滤水层内水样,水样采集后立即带回实验室测定其化学需氧量(COD)和溶解氧(DO)。

1.3 项目测定

参照国家环保局《水和废水分析方法》,COD 采用高锰酸盐法测定;DO 采用碘量法进行测定。分别在 7 月 26 日、8 月 6 日、8 月 15 日、8 月 26 日对水质进行定期分析,依据污水处理前后的 COD 与 DO 浓度,计算不同植物对污水中 COD 的净化率。净化率=(对照浓度-实测浓度)/进水样浓度 $\times 100\%$;DO 的增长率=(实测浓度-对照浓度)/进水样浓度 $\times 100\%$ 。

2 结果与分析

2.1 不同植物对生活污水中 COD 的净化效果

从表 2 可以看出,随时间的延长对 COD 的去除率呈先上升后下降的趋势。彩叶草对 COD 净化率在 8 月 6 日最高,可达 95.18%,白三叶对 COD 的净化率最低,未达到 5%。

表 2 不同植物对污水中 COD 的净化效果

编号	植物种类	净化率/%			
		7 月 26 日	8 月 6 日	8 月 15 日	8 月 26 日
1	泽泻	43.20	71.29	43.80	3.73
2	和尚菜	44.14	91.12	2.00	5.43
3	灰绿藜	14.71	14.71	9.23	1.49
4	洋铁酸模	46.74	72.42	11.63	5.58
5	桃叶蓼	46.04	72.66	8.27	4.22
6	黑心菊	46.58	88.86	12.68	2.51
7	戟叶蓼	44.08	80.72	45.01	3.83
8	马蔺	45.35	72.92	18.17	2.37
9	紫萼	45.63	73.11	10.49	5.00
10	彩叶草	46.39	95.18	58.04	3.60
11	艾蒿	14.04	14.04	8.97	3.32
12	白三叶	0.64	4.51	4.51	3.33
13	山莴苣	5.80	17.04	2.42	4.82
14	美汉草	16.67	16.67	2.42	2.77
15	毛茛	18.83	29.01	9.58	1.95
16	连钱草	22.49	22.49	1.09	3.24
17	一年蓬	46.13	71.89	0.51	3.26
18	水芹	17.36	17.36	13.75	10.58
19	鸭跖草	31.59	78.09	1.87	6.86

通过新复极差法比较可知,一年蓬、洋铁酸模、黑心菊、紫萼、桃叶蓼、彩叶草对 COD 的净化效果相对较好,

其次是水芹、毛茛、山莴苣、马蔺、戟叶蓼、连钱草、和尚菜、泽泻,其余的鸭跖草、白三叶、灰绿藜、美汉草、艾蒿对 COD 的净化效果相对较弱。

2.2 不同植物对生活污水中 DO 增长率的影响

从表 3 可以看出,在 8 月 6 日,多数植物对污水中 DO 增长率降低,而 8 月 15 日又回升,到 8 月 26 日降至最低。其中,水芹对 DO 增加率在 8 月 15 日最高,可达 262.22%,而净化效果相对较差的灰绿藜对污水 DO 的增长率却一直未超过 50%。

通过多重比较分析,水芹、彩叶草、一年蓬、鸭跖草对 DO 的增加效果较好,其次是桃叶蓼、美汉草、毛茛,而连钱草、马蔺、白三叶、和尚菜、洋铁酸模、黑心菊、戟叶蓼、紫萼、艾蒿、泽泻、山莴苣、灰绿藜相对较弱。

表 3 不同植物对污水中 DO 的增长效果

编号	植物种类	增长率/%			
		7 月 26 日	8 月 6 日	8 月 15 日	8 月 26 日
1	泽泻	52.38	18.94	60.00	6.63
2	和尚菜	40.48	46.21	108.89	10.37
3	灰绿藜	7.14	44.70	44.70	10.51
4	洋铁酸模	107.14	108.33	108.33	24.56
5	桃叶蓼	73.81	61.36	135.56	19.52
6	黑心菊	21.43	29.55	106.67	11.67
7	戟叶蓼	92.86	15.91	95.56	11.73
8	马蔺	114.29	97.73	114.29	15.14
9	紫萼	95.24	67.42	95.24	15.78
10	彩叶草	161.90	131.06	247.78	10.14
11	艾蒿	52.38	43.18	68.89	15.03
12	白三叶	111.90	99.24	111.90	22.79
13	山莴苣	14.29	79.55	57.78	20.27
14	美汉草	83.33	115.91	131.11	16.97
15	毛茛	128.57	81.06	128.57	14.39
16	连钱草	121.43	56.82	121.43	10.85
17	一年蓬	154.76	90.15	154.76	11.46
18	水芹	21.43	40.15	262.22	15.48
19	鸭跖草	90.48	65.91	153.33	3.74

2.3 不同植物净化效果综合比较

根据王怡^[12]在湿地净化污水研究基础上提出的评价方法,最终确定 4 种指标的权重及综合得分(A): $A = F_{\text{COD}} \times \omega_{\text{COD}} + F_{\text{DO}} \times \omega_{\text{DO}}$; $\omega_{\text{COD}} = P_{\text{COD}}/P$; $\omega_{\text{DO}} = P_{\text{DO}}/P$; $P = P_{\text{COD}} + P_{\text{DO}}$; $P_{\text{COD}} = \text{COD}_1/\text{COD}_0$; $P_{\text{DO}} = (\text{DO}_{\text{饱和}} - \text{DO}_1)/(\text{DO}_{\text{饱和}} - \text{DO}_0)$ 。其中, ω_{COD} 、 ω_{DO} 为 COD、DO 的权重; COD_1 、 COD_0 为 COD 的实测值和评价标准; $\text{DO}_{\text{饱和}}$ 、 DO_1 、 DO_0 为实测水温条件下中饱和溶解氧浓度和 DO 的实测值及评价标准。以上评价标准均采用《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中 III 类水质的标准($\text{COD}_0 \leq 20 \text{ mg/L}$, $\text{DO}_0 \geq 5 \text{ mg/L}$)。根据试验结果,对净化率(%)按表 4 标准进行评分。

表 4 分值标准(F)

Table 4		Score criterion (F)			
F	5 分	4 分	3 分	2 分	1 分
COD	净化率>50	40<净化率<50	30<净化率<40	20<净化率<30	10<净化率<20
DO	增长率>200	150<增长率<200	125<增长率<150	100<增长率<125	增长率<100

表 5 为通过公式计算得出的综合排分。不同植物之间净化生活污水能力的强弱依次为洋铁酸模>一年蓬>桃叶蓼>水芹>黑心菊>彩叶草>泽泻>连钱草>毛茛>山莴苣>鸭跖草>美汉草>马蔺>戟叶蓼>和尚菜>白三叶>灰绿藜>艾蒿>紫萼。

表 5 综合排分

Table 5		The sort order of total score			
序号	植物名称	COD	DO	综合得分/分	
1	洋铁酸模	3.61	0.13	3.75	
2	一年蓬	3.30	0.43	3.73	
3	桃叶蓼	3.27	0.26	3.53	
4	水芹	1.53	1.89	3.43	
5	黑心菊	2.38	0.42	2.80	
6	彩叶草	0.35	1.71	2.06	
7	泽泻	1.75	0.11	1.86	
8	连钱草	1.63	0.07	1.71	
9	毛茛	1.37	0.17	1.54	
10	山莴苣	1.28	0.12	1.40	
11	鸭跖草	0.68	0.69	1.37	
12	美汉草	0.57	0.65	1.22	
13	马蔺	1.03	0.10	1.13	
14	戟叶蓼	0.84	0.15	0.99	
15	和尚菜	0.46	0.42	0.88	
16	白三叶	0.71	0.13	0.85	
17	灰绿藜	0.72	0.05	0.77	
18	艾蒿	0.52	0.14	0.66	
19	紫萼	0.57	0.07	0.64	

3 结论与讨论

该试验结果表明,植物对生活污水中的污染物具有一定的净化作用,不同植物净化效果具有一定差异。在受试植物中,综合得分大于 3 分的主要有洋铁酸模、一年蓬、桃叶蓼、水芹;综合得分在 2~3 分之间的主要有黑心菊、彩叶草;综合得分在 1~2 分之间的主要有泽泻、连钱草、毛茛、山莴苣、鸭跖草、美汉草、马蔺;综合得分小于 1 分的主要有戟叶蓼、和尚菜、白三叶、灰绿藜、艾蒿、紫萼。

在进行净化污水景观配置时,如污水中含有机物较多时,可选择洋铁酸模、一年蓬、桃叶蓼、水芹、黑心菊、彩叶草进行配置。从植株耐水湿能力角度,将景观分为 3 级,最靠近水面为水芹;中间过渡植物采用一年蓬、彩叶

草;最远离水面植物为洋铁酸模、桃叶蓼、黑心菊。从植株色彩搭配与植株高低错落角度,水芹颜色呈黄绿色且植株较高;彩叶草颜色种类丰富,一年蓬为淡绿色且株型自然潇洒,可作为景观中间过渡;桃叶蓼花色为粉色,黑心菊花色为黄色,颜色都较为亮丽,可作为景观背景。景观配置主视景方向为从水面到陆地,以亮丽的色彩作为背景同时作为主景,中间配以过渡,以淡雅的颜色作为前景,植株从低到高,错落有致。景观花色有对比株型有协调,花境自然,令人赏心悦目。设立在污水口附近,既有观赏功能又兼有污水净化效果。

植物对污水中 COD 的处理,最高净化率出现在 8 月 6 日,而此时 DO 的增加效果却处于下降状态,这可能是植物对污水中有机质的去除主要通过附着在植物和基质表面的微生物的降解作用去除,在对 COD 处理效果最好的时期,微生物降解消耗 DO 最多,随后随着系统中有机物浓度的降低,DO 的回复量大于消耗量,浓度逐渐回升^[13-14]。所以,植物在对污水中 COD、DO 进行净化时,并不是单凭植物本身,而是植物、微生物、基质的共同作用。因此,在构建污水净化景观时,植物需要栽培一段时间,使植物、微生物、基质运行良好后,对污水中有机物的去除才会达到良好的效果。

参考文献

- [1] 韩潇源,毕继胜,宋志文.水生植物在水污染控制中的应用与发展[J].青岛理工大学学报,2005,26(6):88-90.
- [2] 李林峰,年跃刚,蒋高明.人工湿地植物研究进展[J].环境污染与防治,2006,28(8):616-619.
- [3] 张洪刚,洪剑明.人工湿地中植物的作用[J].湿地科学,2006,4(2):146-153.
- [4] 庞金华,沈瑞芝,程平宏.三种植物对 COD 的耐受极限与净化效果[J].农业环境保护,1997,16(5):209-213.
- [5] Schulz C, Gelbrecht J, Rennert B. Constructed wetlands with free water surface for treatment of aquaculture effluents[J]. Journal of Applied Ichthyology, 2004(20):64-70.
- [6] 赵建刚,刘丽娜,陈章和.潜流湿地和表面流湿地的净化效果与植物生长比较[J].生态科学,2006,25(1):74-77.
- [7] 钟玉书,王国生,田敏,等.芦苇湿地生态系统净化造纸废水的研究[J].辽宁农业科学,2006(3):6-8.
- [8] 袁东海,任全进,高士祥,等.几种湿地植物净化生活污水 COD、总氮效果比较[J].应用生态学报,2004,15(12):2237-2241.
- [9] 邓辅唐,孙石,邓辅商,等.几种水生植物对滇池入湖河道水的净化性能研究[J].贵州环保科技,2005(3):7-12.
- [10] 翁美姬,刘鹏,徐根娣,等.人工湿地进行污水处理的研究进展[J].安徽农业科学,2005,33(7):1251-1253.
- [11] 刘自莲,施永生,李鹏.人工湿地在污水处理中的应用[J].云南化工,2005,32(6):60-63.
- [12] 王怡.水生植物对城市生活污水的净化能力研究[D].雅安:四川农业大学,2005.
- [13] 殷峻,闻岳,周琪.人工湿地中微生物生态的研究进展[J].环境科学与技术,2007,30(1):108-110.
- [14] 赵建,朱伟,赵联芳.人工湿地对城市污染河水的净化效果及机理[J].湖泊科学,2007,19(1):32-38.

三氯化镧对一品红组培苗抗寒性的影响

段晓宇¹, 唐敏², 汪维双¹, 王玲¹

(1. 四川农业大学 风景园林学院, 四川 温江 611130; 2. 成都农业科技职业学院 实践教学中心, 四川 温江 611130)

摘要:以一品红(*Euphorbia pulcherrima*)“天鹅绒”为试材,在基本培养基(1/2MS+IAA(1.2 mg/L)+琼脂(7.2 g/L)+蔗糖(30 g/L))中添加不同浓度三氯化镧(LaCl_3),移栽后置于3℃低温条件下进行胁迫,研究了不同浓度 LaCl_3 对低温逆境下一品红组培苗生理生化指标影响及低温胁迫下 LaCl_3 对组培苗抗寒性调控机制。结果表明:适当浓度的 LaCl_3 能不同程度提高游离脯氨酸(Pro)、可溶性糖、可溶性蛋白含量及超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)活性,降低低温胁迫后丙二醛(MDA)含量。 LaCl_3 能通过增强渗透调节能力和细胞清除活性氧能力,促进体内保护酶活性提高,降低膜脂过氧化程度,最终明显提高其低温抵御能力。 LaCl_3 适宜的最佳使用浓度为0.5~10 mg/L。

关键词:三氯化镧(LaCl_3);一品红;低温胁迫;生理生化特性

中图分类号:S 685.23 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)09-0073-05

一品红(*Euphorbia pulcherrima*)为大戟科大戟属花卉,多采用扦插、组织培养繁殖^[1-5],但无论是扦插苗还是组培苗,冬季室外均受冷害侵扰,特别是在夜间伤害更重,导致其观赏价值降低,甚至死亡。因此研究提高一品红抗寒性的有效方法、进一步扩大种植范围、提升商

业价值是当前生产急需解决的问题之一。

稀土元素在农作物和园艺作物中的应用及其对作物生长发育、生理生化效应的研究表明,低浓度的稀土元素,可以促进作物的新陈代谢活动,促进种子萌发、植株生长,利于作物对营养物质的吸收和叶绿素合成,增强作物抵御逆境伤害等作用^[6-14],这已在小麦(*Triticum aestivum*)、菜豆(*Phaseolus vulgaris*)、玉米(*Zea mays*)、黄瓜(*Cucumis sativus*)、细茎石斛(*Dendrobium moniliiforme*)、流苏石斛(*Dendrobium fimbriatum*),

第一作者简介:段晓宇(1981-),女,在读博士,研究方向为植物生理学。E-mail:dxys861179@163.com。

基金项目:四川农业大学院级专项资助项目(64070113)。

收稿日期:2012-12-13

Study on Purified Efficiency of Plants on COD Removal from Domestic Sewage and the Change of DO

ZHAO Yan¹, QI Ji-zhong¹, WANG Xu-he²

(1. College of Forestry, Beihua University, Jilin, Jilin 132013; 2. Jilin Garden Management Office, Jilin, Jilin 132013)

Abstract: Taking 19 species of wetland plants along the Songhua river in Jilin city as test materials, the purification efficiency of chemical oxygen demand(COD) and the change of dissolved oxygen (DO) of domestic sewage was researched in this paper. The results showed that plants could purify domestic sewage, and the purification ability was varied in different species. *Coleus blumei* Benth. could effectively reduce content of chemical oxygen demand (COD), the highest removal efficiencies for COD was 95.18%; *Oenanthe javanica* (Blume) DC. had better efficiency to increase dissolved oxygen (DO) in sewage, and the maximum increase was 262.22%; *Rumex patientia* L. var. *callosus* F. Schmidt, *Erigeron annuus* (L.) Pers., *Coleus blumei* Benth., *Polygonum persicaria* L., *Oenanthe javanica* (Blume) DC. may be used as plants for the construction of domestic sewage purification landscape, because these plants had better comprehensive capacity for domestic sewage purification of removal of chemical oxygen demand and increase of dissolved oxygen.

Key words: plants; purification; chemical oxygen demand(COD); dissolved oxygen(DO); landscape design