

伊乐藻在冬季低温条件下对污染水体的净化效果

朱 伟, 陈清锦*, 张兰芳

河海大学环境科学与工程学院, 江苏 南京 210098

摘要: 研究了耐寒沉水植物伊乐藻 (*Elodea nuttallii*) 在冬季低温条件下的生长状况, 以及不同生物量的伊乐藻对污染水体的净化效果。在冬季水温 3~7 的低温条件下, 大多数水生植物处于生长停滞期, 然而实验结果表明, 伊乐藻在此条件下却具有明显的生长能力, 并且单位生物量的增长量最大可达 0.34 g; 实验结果同样显示了伊乐藻在低温条件下对 TN、TP 和 COD_{Cr} 具有一定的净化效果, 对 TP 的去除效果要比对 TN 和 COD_{Cr} 的去除效果好; 从实验结果还可看出, 伊乐藻在水温高于 4 时对藻类具有抑制作用, 从这一点就可说明伊乐藻具有一定的克藻效应, 且其抑制能力与水温有很大的关系。

关键词: 伊乐藻; 冬季; 生长量; 净化效果; 克藻

中图分类号: X52

文献标识码: A

文章编号: 1672-2175 (2004) 04-0497-03

伊乐藻 (*Elodea nuttallii*) 为雌雄异株植物, 20 世纪 80 年代由中科院南京地理与湖泊研究所从日本琵琶湖引入中国。伊乐藻属于一年生高等沉水草本植物, 适应性广, 繁殖力强, 春季生长很快, 夏季生长停滞或部分死亡, 秋末、冬季以腋芽繁殖, 冬春至初夏季节生长。杨清心^[1]在东太湖进行引种试验时已经注意到, 在人工栽培条件下伊乐藻一年四季都能正常生长, 但在自然条件下, 东太湖伊乐藻表现出以年为周期的生长节律, 夏季高温时生长停滞, 进入休眠状态, 至秋季再度生长, 形成新的群落。

由于截至目前关于伊乐藻净化水质能力的研究大部分集中在温暖季节, 比如谷孝鸿等^[2]做了水温在 22~25 条件下的实验, 结果表明伊乐藻具有较强的净化能力, 而伊乐藻在南方冬季低温条件下能否成活? 生长状况如何? 有无净化能力? 以及净化能力与水温、气温等因子之间的关系等问题尚不明确, 本研究根据我国东太湖晚秋型至早春型的水生态系统的现状, 选择了伊乐藻作为沉水植物的引种对象, 开展低温条件下的生长及净化能力的试验研究。因此, 本课题开展了低温条件下的试验研究。

1 实验材料与方法

1.1 实验材料

伊乐藻采自东太湖, 置于盛有自来水的塑料桶(底部直径×高=40 cm×72 cm)中, 在室外进行适应性培养(底部淤泥取自南京秦淮河), 待用。

1.2 方法

1.2.1 实验方法

取 5 个清洁的塑料桶(底部直径×高=34 cm×42 cm), 称取 15 kg 新鲜的污水(取自南京市太平北路桥下护城河支流)盛放于实验桶中, 其污水中 TN 质量浓度为 7.008 mg/L, TP 为 2.917 mg/L, 叶绿素 a (Chl. a) 216.8 mg/m³, COD_{Cr} 38.0 mg/L, pH 为 7.6。然后将伊乐藻种苗用自来水清洗干净并把水吸干, 分别称取伊乐藻 200、300、400、500 g 放入试

验桶中, 其中一个不放伊乐藻作为对照。实验时间从 2004 年 2 月 27 日开始, 至 2004 年 3 月 8 日结束, 共 10 天, 观察其水温、气温、COD_{Cr}、TN、TP 和 Chl. a 的变化^[3]。

1.2.2 监测项目及分析方法

监测项目主要有水温、气温、pH、COD_{Cr}、TN、TP 和 Chl. a。pH 值的测定用 PHS-2C 数字酸度计; COD_{Cr} 的测定按《水和废水监测分析方法》^[3]中的方法进行; TN、TP 和 Chl. a 的测定采用《湖泊富营养化调查规范》^[4]中的方法进行。

2 结果与讨论

2.1 伊乐藻在低温条件下的生长状况

伊乐藻种苗于 2003 年 10 月 3 日采自东太湖, 回到南京后分为两部分移栽。一部分移栽入河海大学江宁校区内的小湖中, 另一部分移栽入实验室外部的一些大型培养桶中。从 11 月份取样到 2 月底开始试验, 经历了较为低温的气候, 培养桶和小湖中的伊乐藻基本保持了良好的生长状态。尤其是 1 月中上旬当气温早晚降至零度以下, 表面水体结冰的条件下, 伊乐藻仍然保持了生存状态, 而且不断长出新苗和新根(见图 1)。本文对 2004 年 2 月 27 日~3 月 8 日(水温 3~



图 1 伊乐藻低温条件下的生长状况

7、气温 3.5~8.5) 之间, 在培养容器内对不同生物量伊乐藻的生长状况进行了实测, 结果见表 1。

基金项目: 国家“十五”重大科技专项“863”项目(2003AA601100)

作者简介: 朱 伟(1962-), 男, 博士, 教授, 主要从事污染水体的生态修复技术研究。E-mail: weizhu@jlonline.com

*通讯作者, E-mail: cqj0720@163.net

收稿日期: 2004-06-28

表1 伊乐藻生物量的变化

水样编号	1	2	3	4
起始生物量/g	200	300	400	500
结束生物量/g	268.3	370.3	499.8	567.4
伊乐藻增长量/g	68.3	70.3	99.8	67.4
单位增长量 (增长量/起始生物量)	0.34	0.23	0.25	0.13

实验是在相同水量不同生物量的条件下实施。从实验结果可以看出,不管起始生物量是多少,伊乐藻在低温条件下都表现出了明显的生物量的增加,证明了在低温条件下伊乐藻具有生长的能力。从单位水量的生长量来分析,生物量/水量比越小,生物量的增加就越为明显,分析其原因可能是与营养盐的总量有关。从增长量与生物量之比来看,生物量最小即200g的试验组,比值却最大为0.34,生物量最大即500g的试验组,比值最小为0.13。

2.2 伊乐藻在低温条件下的净化能力

2.2.1 不同生物量的伊乐藻在低温条件下对氮、磷和COD_{Cr}的净化效果

静态实验结果表明,伊乐藻对污水有较好的净化能力。伊乐藻不同生物量200、300、400、500g对TN的去除率分别是:84.16%、92.25%、92.72%、92.24%,而对对照组的去除率为41.47%(见图2)。对TP的去除率分别是:94.31%、

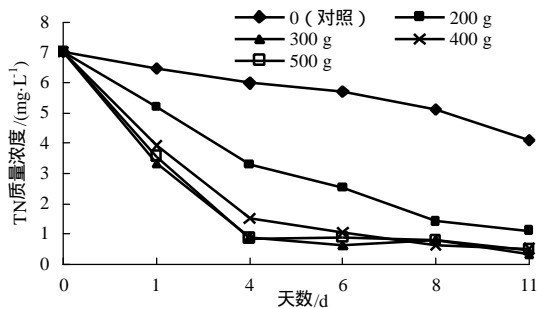


图2 不同生物量伊乐藻对TN的净化效果

100%、97.36%、97.91%,而对对照组的去除率为67.4%(见图3)。对COD_{Cr}的去除率分别是:38.84%、48.42%、52.13%、

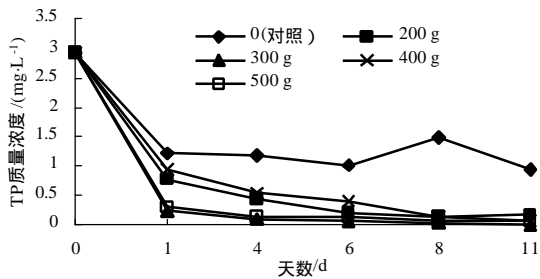


图3 不同生物量伊乐藻对TP的净化效果

40.44%,而对对照组的COD_{Cr}反而增加,实验结束时,增加了190.94%。对照组COD_{Cr}升高可能是因为对照组水体静止,细菌等微生物活动减弱,有机污染加重。可见伊乐藻对

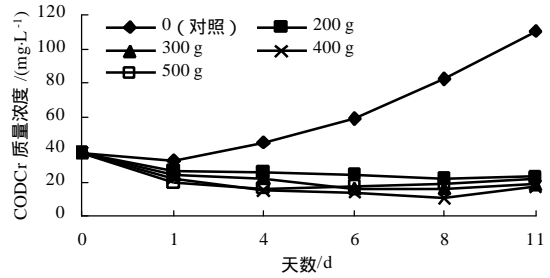


图4 不同生物量伊乐藻对COD_{Cr}的去除效果

COD_{Cr}的去除率较差(见图4)。

在冬季低温条件下,虽然水生植物大都处于生长停滞期,但是伊乐藻的净化能力从总体上看还是有一定效果的,其中对TP的去除能力要高于对TN和COD_{Cr}的去除能力。

2.2.2 不同生物量伊乐藻在低温条件下对藻类的抑制

叶绿素是藻类重要的组成成分之一,所有的藻类都含有Chl.a。Chl.a含量的高低与该水体藻类的种类、数量等密切相关,也与水环境质量有关,是水体现理化性质动态变化的综合反映指标,为水生生态系统测定中必选项目之一。因此,通过测定Chl.a含量能够在一定程度上反映水质状况。

由静态实验结果表明,从实验开始至结束,不同生物量的伊乐藻对藻类都有较强的抑制作用。不同生物量(200、300、400、500g)的抑制率(用Chl.a质量浓度表征)分别为:81.87%、99.11%、98.99%、99.50%,对照组的抑制率为27.80%(见图5)。

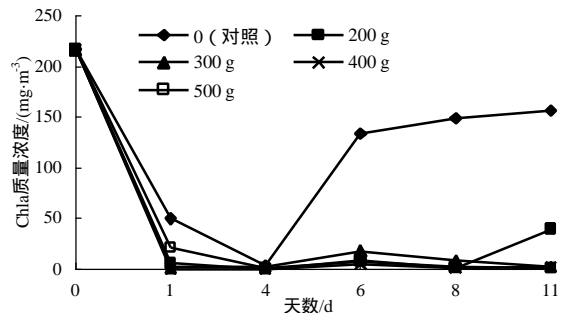


图5 伊乐藻的克藻效应

2.3 环境因子对伊乐藻净化效果的影响

实验期间水温、气温均处于较低值范围(见图6)。由图5和图6可以看出,伊乐藻对藻类抑制作用具有一定的规

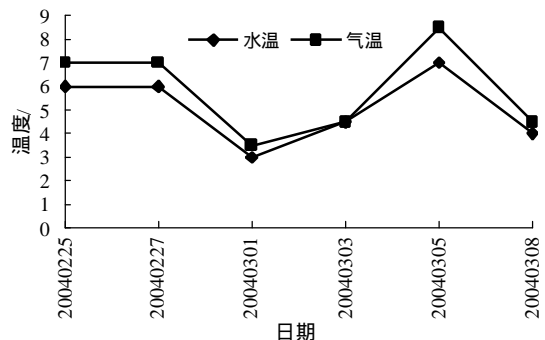


图6 水温变化曲线

律：温度在 4 以上伊乐藻对藻类有明显的抑制作用，但是当温度低于 4 时，藻类的繁殖和细菌活动均受到了很大限制（试验第 4 天，对照组和试验组 Chl.a 质量浓度变化曲线几乎重叠），水温在 3 时对照组和试验组的藻类质量浓度达最低值。一般情况下，水温较低时，水质良好，藻类也不易暴发。

3 小结

(1)伊乐藻在水温 3~7 、气温 3.5~8.5 的低温条件下仍然生长良好，并且有较为明显的增长趋势。

(2)在冬季低温条件下，伊乐藻对污染水体中的 TN、TP 和 COD_{Cr} 都有一定的去除能力，是较好的冬季净化污水的生物材料之一。

(3)在冬季伊乐藻对藻类的抑制能力与水温有很大关系。温度升高藻类的生长速度也随着增长，此时伊乐藻具有的抑藻能力使得藻类数量在一定程度上得到控制。

(4)不同生物量的伊乐藻对污染水体的净化能力有所不同，当试验水体总量为 15 kg 时，伊乐藻为 300 g 时的净化效果较为明显。

参考文献：

- [1] 杨清心. 伊乐藻在东太湖的引种[J]. 中国科学院南京地理与湖泊研究所集刊, 1989, 6: 84-92.
- [2] 谷孝鸿, 陈开宁, 胡耀辉. 东太湖伊乐藻的营养繁殖及对渔业污水的净化[J]. 上海环境科学, 2002, 21(1): 43-45.
- [3] 国家环保局《水和废水监测分析方法》编委会. 水和废水监测分析方法[M]. 第 4 版. 北京: 中国环境科学出版社, 2002.
- [4] 金相灿, 屠清英. 湖泊富营养化调查规范[M]. 第 2 版. 北京: 中国环境科学出版社, 1990.
- [5] 戴全裕, 蔡述伟, 张秀英. 多花黑麦草对黄金废水净化与富集的研究[J]. 环境科学学报, 1998, 18(5): 553-556.
- [6] 戴全裕, 陈钊. 多花黑麦草对啤酒废水净化功能的研究[J]. 应用生态学报, 1993, 4(3): 334-337.
- [7] 戴全裕, 陈源高, 郭耀基, 等. 凤眼莲对含银废水的净化研究-动态模拟试验[J]. 环境科学学报, 1990, 10(3): 362-370.
- [8] 戴全裕, 蔡述伟, 张秀英. 水芹菜对黄金废水的净化与富集作用研究[J]. 应用生态学报, 1998, 9(1): 107-109.
- [9] 戴全裕, 蒋兴昌. 水蕹菜对啤酒及饮食废水净化与资源化研究[J]. 环境科学学报, 1996, 16(2): 249-251.
- [10] 刘冬燕, 宋永昌, 陈德辉. 苏州河叶绿素 a 动态特征及其与环境因子的关联度分析[J]. 上海环境科学, 2003, 22(4): 261-264.

Purification effect of polluted water in low temperature in winter by *Elodea nuttallii*

ZHU Wei, CHEN Qing-jin, ZHANG Lan-fang

College of Environmental Science and Engineering, Hohai University, Nanjing 210098, China

Abstract: The growth status of *Elodea nuttallii* and the purification effect on polluted water by different biomass in low temperature in winter are studied. Most submerged plants stop growing when water temperature is in 3~7 in winter. Results show that *Elodea nuttallii* can grow and the maximal increasing quantity reaches 0.34 g per unit. *Elodea nuttallii* can decrease the quantity of TN, TP and COD_{Cr} in low water temperature and the effect on TP is better than that on TN and COD_{Cr}. The inhibition on algal by *Elodea nuttallii* is obvious when water temperature is above 4, indicating that *Elodea nuttallii* has allelopathic effect on algal, which has great relation to water temperature.

Key words: *Elodea nuttallii*; winter; growth; purification effect; allelopathic effect

第七届 3R - 循环经济国际会议及工业展览会 (R'05)

由中国科学院 (CAS)、国家环境保护总局 (SEPA) 和瑞士工程院 (SATW) 联合主办的第七届 3R-循环经济国际会议及工业展览会 [7th World Congress on Recovery, Recycling and Re-integration (with Exhibition) — R'05] 将于 2005 年 9 月 25~29 日在北京召开。国家环境保护总局局长解振华担任会议名誉主席，中国科学院副院长李静海院士担任会议主席。

1993 年在瑞士日内瓦召开了首届“3R 国际会议及工业展览会”，又相继于 1995 (瑞士)、1997 (瑞士)、1999 (瑞士)、2000 (加拿大)、2002 (瑞士) 召开了系列会议。本届会议是首次在亚洲举办，会议主题是 3R-循环经济；会议专题/领域包括：资源管理与环境保护政策，化石资源/能源的综合利用，矿产及冶金工业过程，再生资源及新能源，废弃物 (包括电子废弃物) 回收及循环利用，绿色工业过程，工业循环经济等。

大会将邀请来自美国、日本、欧洲及国内的著名专家、学者做高水平的特邀报告，论文交流和成果展示将采用主题报告、分会报告、墙报等形式进行。欢迎投稿及参加会议，希望能通过 <http://www.ipe.ac.cn/R05/englishindex.htm> 在线投递摘要，也可投递至 r05@home.ipe.ac.cn，投稿截止日期 2005 年 4 月 30 日。

本次会议将同时举办资源-生态-环境工业技术展览会，欢迎各相关公司和企业参加展览。详情请关注会议网站。

联系地址：100080 北京市海淀区中关村北二条 1 号中国科学院过程工程研究所会务组；联系人：张锁江 张香平

电话：010-82627080，62550850；传真：010-82627080

E-mail：r05@home.ipe.ac.cn；网址：<http://www.ipe.ac.cn/R05/>，<http://www.R05.org/>