

植物收割对人工湿地基质酶活性的影响

曾梦兆^{1,2}, 李谷², 吴恢碧², 陶玲², 姚雁鸿²

(1. 华中农业大学, 武汉 430070; 2. 中国水产科学院长江水产研究所, 湖北荆州 434000)

摘要: 研究了7月份植物收割对人工湿地基质磷酸酶、脲酶、蛋白酶、脱氢酶活性及养殖废水中总氮(TN)、总磷(TP)、COD去除率的影响。结果显示: 植物收割后磷酸酶、脲酶、蛋白酶活性开始增高, 分别于第20天(13.7 mg/100 g)、第16天(1.9 mg/100 g)、第12天(61.7 mg/100 g)达到最大值, 均于第28天(10.1 mg/100 g、1.1 mg/100 g、43.2 mg/100 g)恢复到收割前水平。脱氢酶活性在植物收割后第4天(142.3 μ L/100 g)降到最小值, 此后开始增高, 第16天(249.5 μ L/100 g)达到最大值, 于第24天(195.6 μ L/100 g)恢复到收割前水平。净化效果研究表明, 植物收割后TP、TN去除率开始增高, 分别在植物收割后第20天(75.1%)、16天(60.6%)达到最大值, 均于第28天(51.1%、34.1%)恢复到收割前水平。COD去除率在收割后第4天(25.3%)降到最小值, 此后开始增高, 第16天(70.2%)达到最高值, 第24天(46.5%)恢复到收割前水平。

关键词: 人工湿地; 植物收割; 净化效果; 基质酶

中图分类号: S969

文献标识码: A

文章编号: 1000-6907-(2008)01-0051-03

Effects of Plants Harvesting on Substrate Enzyme Activities of Constructed Wetlands

ZENG Meng-zhao^{1,2}, LI Gu², WU Hui-bi², TAO Ling², YAO Yan-hong²

(1. Fisheries College, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070;

2. Yangtze River Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Jingzhou, Hubei 434000)

Abstract: Effects of plants harvesting in July on TN, TP, COD removal rate and the substrate activities of phosphatase, urease and acellulase activities of constructed wetlands were studied. The results showed that the phosphatase, urease, proteinase activities of substrate increased after plant harvested, the max value (13.2 mg/100 g, 1.9 mg/100 g, 61.7 mg/100 g) appeared on the 20th, 16th, 12th day, respectively and slowly returned to pre-treatment status (10.1 mg/100 g, 1.1 mg/100 g, 43.2 mg/100 g) on the 28th day. The substrate dehydrogenase activities decreased to minimum value (142.3 μ L/100 g) on the 4th day after plant harvested, and the max value (249.5 μ L/100 g) appeared on the 16th day and slowly returned to pre-treatment status (195.6 μ L/100 g) on the 24th day. The removal rate of TP, TN increased after plant harvested, the max value (75.1%, 60.6%) appeared on the 20th, 16th day respectively and slowly returned to pre-treatment status (51.1%, 34.1%) on the 28th day. The removal rate of COD decreased to minimum value (25.3%) on the 4th day after plant harvested, the max value (70.2%) appeared on the 16th day and slowly returned to pre-treatment status (46.5%) on the 24th day.

Key words: constructed wetlands; cutting harvesting; purification effect; substrate enzyme

人工湿地是20世纪70年代蓬勃兴起的一种污水处理方式。由于其具有建造、运行和日常管理费用低廉, 处理效果稳定, 且适用面广的特点而被广泛应用。将人工湿地应用于池塘养殖废水处理 and

用, 是一项可解决高密度水产养殖带来环境污染问题、实现健康养殖的有效生态工程技术, 具有广阔前景。在湿地-池塘养殖系统运行过程中, 湿地的维护和管理是满足池塘鱼类健康养殖的重要保障,

收稿日期: 2007-12-13

资助项目: 农业部结构调整重大专项(05-08-02A); 国家十一五支撑计划课题(2006BAD03B01)

第一作者简介: 曾梦兆(1981-), 男, 湖北钟祥人, 硕士研究生, 专业方向为鱼类健康养殖。

通讯作者: 李谷. E-mail: ligu@yfi.ac.cn

植物收割作为其中一种手段已有较多研究报道,主要集中在对湿地净化效果影响方面^[1,2],而其对基质酶影响的研究还未见报道。基质酶来源于湿地微生物、动物和植物根系,是一种生物催化剂,其能加速湿地基质中有机物质的化学反应,从而促进湿地净化功能的发挥^[3]。

本实验研究了在植物收割后,与湿地中N和P等主要营养物质以及有机质转化有关的基质磷酸酶、脲酶、脱氢酶、蛋白酶活性变化和总氮(TN)、总磷(TP)、COD去除效果的变化,旨在为科学管理湿地,提高人工湿地对养殖废水的净化效果提供一定的参考资料。

1 材料与方法

1.1 人工湿地构建结构

人工湿地为利用池塘边一块面积为520 m²的空地构建而成。考虑到运行的稳定性、易维护性和地形特征,湿地处理系统采用了两组并联的水平流潜流型人工湿地系统,每组大小为30 m×8.5 m×0.6 m,即长宽比为3.5,池底坡降5‰(图1)。沿水流方向,构建系统分为进水区、湿地床和出水区。



图1 人工湿地结构示意图

Fig. 1 Sketch map of the structure of constructed wetlands

基质组成: 基质层为粒径不同的碎石,深度为0.6 m,所有基质冲洗干净,无沙层杂物,基质配置如图2所示:

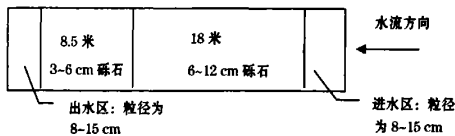


图2 人工湿地基质配置

Fig. 2 Constitution of substrate in constructed wetlands

植物选择: 选取本地区根系发达,生物量大,多年生的水生或湿生植物。栽种的植物主要是美人蕉、鸢尾、菖蒲,配以纸莎草、再力花等。

1.2 实验方法

本实验于2007年6~8月在湿地床中进行。实验温度为26.2~28.4℃,全天连续进水8 h,水力负荷为600 mm/d。进水浓度TN为2.72~3.11 mg/L,TP为0.45~0.67 mg/L,COD为10.6

~15.4 mg/L。于6月28日和7月2日进行基质酶与净化效果活性测定,7月3日收割植物,收割后每隔4天监测1次,直至8月4日,这时植物长势已完全恢复到收割前水平。

1.3 样品采集

基质样品取自长江水产研究所窑湾人工湿地实验系统中,在人工湿地3个不同植物区域上层(0~5 cm)分别采用梅花点阵法,混匀后进行分析。水样采集于人工湿地进、出水口。

1.4 基质酶活性测定和水质分析

磷酸酶采用p-硝基苯磷酸钠法;蛋白酶采用Folin-Ciocalteu比色法;脲酶采用奈氏比色法;脱氢酶采用TTC比色法。具体操作步骤参考文献[4~6]

各种酶活单位表示如下:磷酸酶单位以每100 g基质样1 h产生的对硝基苯酚量表示;蛋白酶以每100 g基质样24 h产生胍氨酸量表示;脲酶以每100 g基质样每24 h产生的NH₃-N量来表示;脱氢酶以每100 g基质24 h转化的H⁺来表示。水质指标TN、TP、COD测定参照国家标准方法进行^[7]。

2 结果

2.1 收割后植物恢复生长情况

植物收割后第5至8天,美人蕉、鸢尾和菖蒲均已慢慢发出新芽,随后3种植物生长速度均较快,收割后第20至23天高度已过半,之后植物长势明显减缓,第27天时高度均恢复到收割前水平。

2.2 植物收割对人工湿地基质酶活性的影响

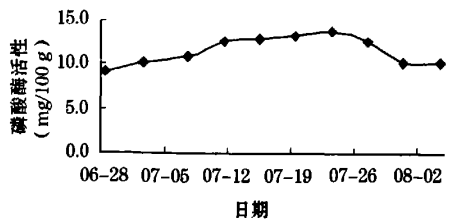


图3 植物收割对基质磷酸酶活性的影响

Fig. 3 Effect of plant harvesting on phosphatase of the substrate

植物收割后磷酸酶、脲酶、蛋白酶活性均呈增高趋势,分别于第20天(13.7 mg/100 g),第16天(1.9 mg/100 g)、第12天(61.7 mg/100 g)达到最高值,此后开始下降,均于第28天(10.1 mg/100 g、1.1 mg/100 g、43.2 mg/100 g)恢复到收割前水平

并趋于稳定(图3~6)。图6显示,脱氢酶活性在植物收割后第4天(154.3 μL/100 g)出现最低值,此后活性开始平稳升高,第16天(249.2 μL/100 g)达到最高值,第24天(195.6 μL/100 g)恢复到收割前的水平并趋于稳定。

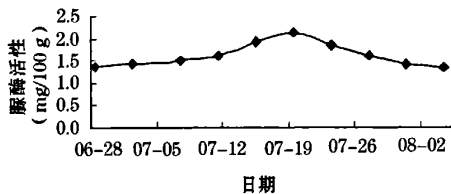


图4 植物收割对基质脲酶活性的影响
Fig. 4 Effect of plant harvesting on urease activities of the substrate

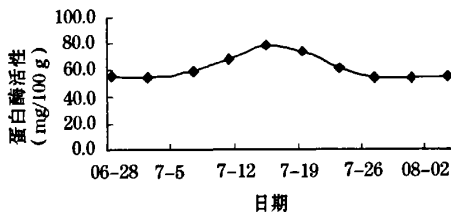


图5 植物收割对基质蛋白酶活性的影响
Fig. 5 Effect of plant harvesting on proteinase activities of the substrate

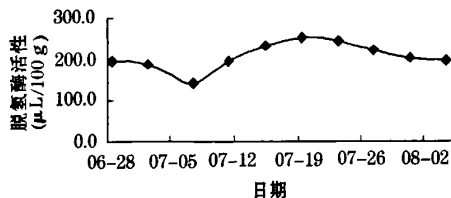


图6 植物收割对基质脱氢酶活性的影响
Fig. 6 Effect of plant harvesting on dehydrogenase activities of the substrate

2.3 植物收割对人工湿地净化效果的影响

植物收割后 TN、TP 去除率开始稳定升高,分别于第16天(60.6%)第20天(75.1%)达到最高值,此后开始下降,均于第28天(34.1%、53.1%)恢复到收割前水平并趋于稳定(图7)。COD 去除率在植物收割后第4天(25.3%)达到最低值,此后去除率开始平稳升高,第16天(70.2%)达到最高值,于第24天(46.5%)恢复到收割前水平并趋于稳定。

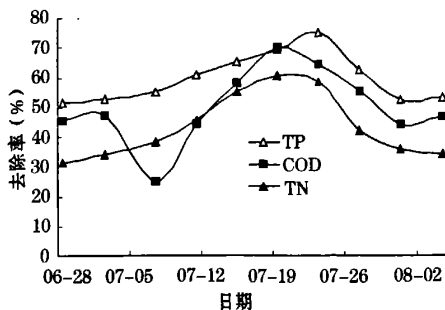
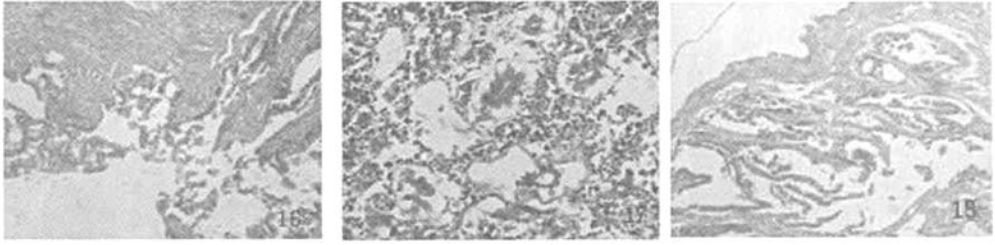


图7 植物收割对系统净化效果的影响
Fig. 7 Effect of plant harvesting on system removal rate

3 讨论

湿地基质酶是一种生物催化剂,其在湿地净化中起重要的作用^[1,8,9]。研究显示当植物地上部分发生变化(如砍伐、收割、火烧等),土壤酶活性会随之发生变化^[10]。在本研究中,当湿地中的植物收割后,脲酶、磷酸酶、蛋白酶活性在植物收割后均先增后降,分别在植物收割后的第20天、第16天、第12天出现最大值,均于第26天恢复到收割前水平;脱氢酶在植物收割后第4天出现最低值,于第16天达到最高值,最后也在收割后的第24天恢复到收割前水平。对比植物的生长状况发现,4种酶的活性变化与植物的生长情况存在一定的关联性,表现在酶的活性最高时,植物的生长高度已基本过半,酶活性平稳时(第28天)植物的高度基本达到收割前的水平。另外,本研究还发现 TN、TP 去除率也分别在收割后的第20天和第16天达到最高;COD 去除率分别在收割后的第4天和第16天达到最低值和最高值。综合分析,本研究认为植物在收割后出现了补偿或超补偿生长现象^[11];作为能将有机氮、磷转化为植物生长所需的无机磷、NH⁴⁺和氨基酸的基质酶^[4],其活性随着植物的生长出现相应的变化,TN、TP、COD 去除率也同时发生变化。当植物补偿生长结束,脲酶、磷酸酶、蛋白酶、脱氢酶活性以及 TN、TP、COD 去除率逐渐降低,最后恢复到收割前水平并趋于稳定(图3~7)。至于脱氢酶活性和 COD 去除率在第4天出现了最低值,这可能在于植物收割引起了根区氧化还原电位降低^[12],脱氢酶作为一种氧化还原酶会受到其影响。

因此,本研究说明在7月份收割植物引发了人工湿地植物的生长,植物在快速生(下转第45页)



图版

图版说明:

图 1. 胞外产物 β -溶血; 图 2. 正常 Vero 细胞; 图 3. ECP 作用 Vero 细胞脱落, 形成空斑; 图 4. ECP 感染病鱼肌肉坏死, 断裂, 炎症细胞浸润; 图 5. ECP 接种后, 病鱼心肌变性、出血、炎症细胞浸润; 图 6. ECP 感染病鱼肝细胞广泛性空泡变性; 图 7. ECP 感染病鱼肾小管上皮变性、坏死, 间质大量炎症细胞浸润; 图 8. ECP 感染病鱼脾充血、出血, 淋巴细胞减少; 图 9. ECP 感染病鱼肠黏膜上皮细胞坏死、脱落; 图 10. ECP 感染病鱼胃粘膜上皮变性、坏死, 脱落; 图 11. 胞外产物肌肉注射病鱼体表出现溃疡; 图 12. 细菌感染病鱼体表出现溃疡; 图 13. 自然发病病鱼肌肉变性、坏死, 其间出现真菌丝; 图 14. 细菌感染病鱼心肌变性、出血、炎症细胞浸润; 图 15. 细菌感染病鱼肝细胞广泛性空泡变性, 中央静脉四周炎症细胞浸润; 图 16. 细菌感染病鱼肾小球充血肿大, 肾小管上皮细胞变性; 图 17. 细菌感染病鱼胃粘膜上皮细胞变性、坏死; 图 18. 细菌感染病鱼肠上皮坏死, 脱落。

(上接第 53 页)长的同时加大对氮、磷及氨基酸的需求, 从而促进了磷酸酶、脲酶和蛋白酶活性的升高和湿地中氮、磷转化加快, 即 TN、TP 净化效果的提高。

参考文献:

- [1] 金卫红, 付融冰, 顾国维. 人工湿地中植物生长特性及其对 TN 和 TP 的吸收 [J]. 环境科学研究, 2007, 20(3): 75 ~ 81.
- [2] 张荣社, 李广贺, 周琪, 等. 潜流湿地中植物对脱氮除磷效果的影响中试研究 [J]. 环境科学, 2005, 26(4): 83 ~ 88.
- [3] 梁威, 胡洪营. 人工湿地净化污水过程中的生物作用 [J]. 中国给水排水, 2003, 19(10): 28 ~ 32.
- [4] 关松荫. 土壤酶及其研究方法 [M]. 北京: 农业出版社, 1986.
- [5] 许光辉, 郑洪元. 土壤微生物分析方法手册 [M]. 北京: 农业出版社, 1986. 251 ~ 291.
- [6] 李阜楦, 喻子牛, 何绍红. 农业微生物学实验技术 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1996.
- [7] 国家环保局. 水和废水检测分析方法 [M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1989.
- [8] Shackle V J, Freeman C. Carbon supply and the regulation of enzymatic activity in constructed wetlands [J]. Soil Biol Biochem, 2000, 32: 1935 ~ 1940.
- [9] Shackle V, Freeman C, Reynolds B. Exogenous enzyme supplements to promote treatment efficiency in constructed wetlands [J]. Sci Total Environ, 2006, 361(1 ~ 3): 18 ~ 24.
- [10] 章家恩, 刘文高, 陈景青, 等. 刈割对牧草地下部根区土壤养分及土壤酶活性的影响 [J]. 生态环境, 2005, 14(3): 387 ~ 391.
- [11] Yuan B Z, Zhao S L, Sun J. Pot experiment on effect of clipping at seedling stage on spring wheat [J]. Chinese J App Ecol, 2000, (11): 83 ~ 86.

植物收割对人工湿地基质酶活性的影响

作者: [曾梦兆](#), [李谷](#), [吴恢碧](#), [陶玲](#), [姚雁鸿](#), [ZENG Meng-zhao](#), [LI Gu](#), [WU Hui-bi](#),

[TAO Ling](#), [YAO Yan-hong](#)

作者单位: [曾梦兆, ZENG Meng-zhao\(华中农业大学, 武汉, 430070; 中国水产科学院长江水产研究所, 湖北荆州, 434000\)](#), [李谷, 吴恢碧, 陶玲, 姚雁鸿, LI Gu, WU Hui-bi, TAO Ling, YAO Yan-hong\(中国水产科学院长江水产研究所, 湖北荆州, 434000\)](#)

刊名: [淡水渔业](#) **ISTIC PKU**

英文刊名: [FRESHWATER FISHERIES](#)

年, 卷(期): 2008, 38(2)

参考文献(11条)

1. [金卫红; 付融冰; 顾国维](#) [人工湿地中植物生长特性及其对TN和TP的吸收](#) [期刊论文] - [环境科学研究](#) 2007(03)
2. [张荣社; 李广贺; 周琪](#) [潜流湿地中植物对脱氮除磷效果的影响中试研究](#) [期刊论文] - [环境科学](#) 2005(04)
3. [梁威; 胡洪营](#) [人工湿地净化污水过程中的生物作用](#) [期刊论文] - [中国给水排水](#) 2003(10)
4. [关松荫](#) [土壤酶及其研究方法](#) 1986
5. [许光辉; 郑洪元](#) [土壤微生物分析方法手册](#) 1986
6. [李阜棣; 喻子牛; 何绍红](#) [农业微生物学实验技术](#) 1996
7. [国家环境保护总局](#) [水和废水检测分析方法](#) 1989
8. [Shackle V J; Freeman C](#) [Carbon supply and the regulation of enzymatic activity in constructed wetlands](#) [外文期刊] 2000(13)
9. [Shackle V; Freeman C; Reynolds B](#) [Exogenous enzyme supplements to promote treatment efficiency in constructed wetlands](#) 2006(1-3)
10. [章家恩; 刘文高; 陈景青](#) [刈割对牧草地下部根区土壤养分及土壤酶活性的影响](#) [期刊论文] - [生态环境](#) 2005(03)
11. [Yuan B Z; Zhao S L; Sun J](#) [Pot experiment on effect of clipping at seedling stage on spring wheat](#) [期刊论文] - [Chinese Journal of Applied Ecology](#) 2000(11)

本文读者也读过(10条)

1. [邹益雄](#) [人工湿地植物的筛选及冬季去氮除磷能力与中试研究](#) [学位论文] 2008
2. [孟庆俊; 林少珍; 项彬彬; 南春容](#). [MENG Qing-jun, LIN Shao-zhen, XIANG Bin-bin, NAN Chun-rong](#) [营养盐可得性对坛紫菜氮磷吸收、生长及藻红蛋白含量的影响](#) [期刊论文] - [上海海洋大学学报](#) 2010, 19(2)
3. [张珍妮](#) [人工湿地植物根际微生物遗传多样性分析与功能鉴定](#) [学位论文] 2010
4. [王玉珏; 洪华生; 王大志; 黄邦钦; 张钊](#). [WANG Yu-Jue, HONG Hua-Sheng, WANG Da-Zhi, HUANG Bang-Qin, ZHANG Fan](#) [台湾海峡上升流区浮游植物对营养盐添加的响应](#) [期刊论文] - [生态学报](#) 2008, 28(3)
5. [章家恩; 刘文高; 陈景青; 施耀才; 蔡燕飞](#). [ZHANG Jia-en, LIU Wen-gao, CHEN Jing-qing, SHI Yao-cai, CAI Yan-fei](#) [刈割对牧草地下部根区土壤养分及土壤酶活性的影响](#) [期刊论文] - [生态环境](#) 2005, 14(3)
6. [方耀林; 余来宁; 许映芳; 姚雁鸿](#) [长江水系青鱼遗传多样性的研究](#) [期刊论文] - [湖北农学院学报](#) 2004, 24(1)
7. [张金莲; 张晟; 彭焱; 李今; 吴振斌](#). [ZHANG Jin-lian, ZHANG Sheng, PENG Tao, LI Jin, WU Zhen-bin](#) [营养元素对人工湿地基质生物膜酶活性和多糖含量的影响](#) [期刊论文] - [吉林大学学报\(理学版\)](#) 2008, 46(2)
8. [何起利; 梁威; 贺锋; 成水平; 吴振斌](#). [HE Qi-li, LIANG Wei, HE Feng, CHENG Shui-ping, WU Zhen-bin](#) [复合垂直流人工湿地基质生化活性研究](#) [期刊论文] - [环境科学与技术](#) 2008, 31(10)
9. [曾梦兆](#) [人工湿地基质酶及其活性与净化养殖废水效果相关性研究](#) [学位论文] 2008
10. [韦必帽; 张超兰; 李勤峰; 刘帅; 高畅](#). [WEI Bi-mao, ZHANG Chao-lan, LI Qin-feng, LIU Shuai, GAO Chang](#) [人工湿地处理含镉废水基质微生物和酶的动态变化研究](#) [期刊论文] - [广西农业科学](#) 2009, 40(5)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_dsyy200802011.aspx