

崔雁娜, 韦肖杭, 姚伟忠, 等. 水生植物对五氯酚污染淡水养殖区底质的修复效果[J]. 江苏农业科学, 2015, 43(3): 213–215.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.03.069

水生植物对五氯酚污染淡水养殖区底质的修复效果

崔雁娜, 韦肖杭, 姚伟忠, 王 俊, 张 敏, 赵汉取

(浙江省淡水水产研究所, 浙江湖州 313001)

摘要:将被五氯酚污染的淡水养殖区底质装入无洞花盆, 分别设空白组、水葱组、黄菖蒲组、芦苇组。定期采用气相色谱法对各盆上中下底质和 3 种植物中的五氯酚进行测定。结果表明: 3 种植物对淡水养殖区底质中的五氯酚均有降解作用。底质中五氯酚起始含量为 $17.90 \mu\text{g}/\text{kg}$, 种植后 30 d, 空白组五氯酚含量为原来的 30% 以下。水葱组、黄菖蒲组、芦苇组底质中的五氯酚含量几乎全部降解。在种植 30 d 后, 水葱、黄菖蒲、芦苇 3 种植物体内五氯酚含量分别比其本身起始含量增加了 16.20 、 10.88 、 $8.41 \mu\text{g}/\text{kg}$ 。由此可以推断: 水葱、黄菖蒲、芦苇分别吸收了底质中的五氯酚 90.50%、60.78%、46.98%, 水葱 > 黄菖蒲 > 芦苇。水葱、黄菖蒲、芦苇 3 种水生植物易移栽成活, 对淡水养殖区底质耐污染能力强, 降解五氯酚效果好, 对于被五氯酚污染的淡水养殖区底质修复是可行的, 具有推广应用价值。

关键词: 五氯酚; 淡水养殖; 底质; 水葱; 黄菖蒲; 芦苇

中图分类号: X53 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)03-0213-02

五氯酚别称五氯苯酚(pentachlorophenol, 简称 PCP), 常被用作杀虫剂、防腐剂和除草剂等。PCP 挥发性很低, 难以通过空气迁移。在通常条件下不被氧化, 也难于水解, 但易被光解和生物降解。因其残效期长, 属于对水域环境有严重破坏又难以修复的药物, 许多国家将 PCP 列为环境优先监测污染物之一。关于土壤中 PCP 降解的研究有很多^[1-13], 主要分为 3 类: 一是以光化学降解为基础的非生物法, 二是微生物降解法, 三是植物降解法。植物降解研究常采用在土壤中添加高浓度的 PCP 标准液, 然后测定各种指标检验修复效果。本试验对已检出的被低浓度 PCP 污染的淡水养殖区底质用芦苇、水葱、黄菖蒲进行修复, 通过检验底质中和植物中 PCP 含量来检验修复效果。

1 材料与方法

1.1 主要仪器与试剂

CP3800 气相色谱仪(美国, Varian 公司), 色谱柱类型 CP8751 (30 mm × 0.25 mm × 0.39 mm); 调速多用振荡器(金坛市宏华仪器厂); 超声波振荡器、高速分散均质机(上海标本模型厂)、脱水柱、50 mL 离心管、50 mL 容量瓶、1 mL 胖肚吸管、125 mL 分液漏斗、植物粉碎机等。

五氯酚标准溶液($1 \text{ mg}/\text{mL}$, $2 \text{ mL}/\text{支}$, 中国计量科学研究院)、甲醇、正己烷、丙酮均为色谱纯(美国, Tedia 公司); 乙酸酐(分析纯, 上海凌峰化学试剂有限公司); 浓硫酸(优级纯, 中国巨化集团公司); 碳酸钾(分析纯, 江苏省宜兴市第二化学试剂厂); 无水硫酸钠(分析纯, 上海试四赫维化工有限公司)。

收稿日期: 2014-04-28

基金项目: 一般科研(新农村建设工程)计划(编号: 2012YN11)。

作者简介: 崔雁娜(1983—), 女, 山西人, 硕士, 工程师, 从事渔业环境监测研究。Tel: (0572)2043920; E-mail: 384396455@qq.com。

通信作者: 韦肖杭, 高级工程师, 从事渔业环境与分析化学研究。

Tel: (0572)2042670; E-mail: wxh1010@126.com。

司), 使用前在 $650 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 下灼烧 4 h, 冷却后, 置干燥器中备用。芦苇、水葱、黄菖蒲(金枝恋家居园艺)。

1.2 试验方法

1.2.1 色谱条件 进样口温度 $250 \text{ }^{\circ}\text{C}$; ECD 检测器温度 $300 \text{ }^{\circ}\text{C}$; 升温程序: $140 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 保持 2 min, 以 $10 \text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的速度升高到 $200 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 保持 4 min; 柱流速 $2.0 \text{ mL}/\text{min}$; 尾吹 $30 \text{ mL}/\text{min}$; 进样量 $1.0 \mu\text{L}$ 。结果见图 1。

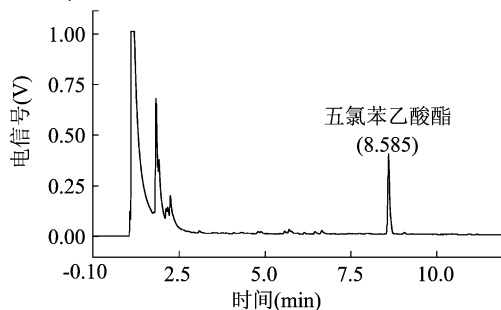


图1 五氯苯乙酸酯的气相色谱图

1.2.2 试验设计 试验所用底质均采自浙江省湖州市三县三区的大型淡水养殖池塘。底质采集后去除石块和大的杂物, 阴干至半干, 混匀。分别称取底质 2 kg 于底部无洞的花盆中, 总共 4 盆。其中 1 盆不种植物, 另外 3 盆分别种植大小均等的水葱、芦苇、黄菖蒲植株各 10 株。每天给 4 盆浇水量保持一致, 保持土壤湿润。以 0 d 为对照, 在试验处理后 6、12、18、24、30 d 分别取底质和整株植物检测五氯酚残留量。

1.2.3 样品预处理 取处理前(0 d)及处理后 6、12、18、24、30 d 各个盆底质的表层、中间层、底层样品各 10.0 g 。然后从 10.0 g 底质中称取 1.0 g 放入 $105 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 烘箱中过夜烘干、冷却、称质量。再重复烘干、冷却、称质量, 直到烘干样品达到恒质量(2 次称量结果差别不超过 0.001 g)。通过烘干前样品质量减去烘干后样品质量计算水分含量, 从而得出 1.0 g 干质量样品相当于湿重样品的质量。称取相当于 1.0 g 干质量样品的湿质量样品待检测。取处理前(0 d)及处理后 6、12、18、

24、30 d 盆中水葱、芦苇、黄菖蒲植物各 2 株,用植物粉碎机粉碎成粉末状,称取 1.0 g 待检测。

1.2.4 标准曲线的制作 将安瓿瓶中 2 mL 的五氯酚标准溶液全部转移至 50 mL 容量瓶中,用甲醇润洗安瓿瓶 5 次,将润洗液转移至容量瓶中,再定容至刻度线。此时五氯酚含量为 40 mg/L。再取 40 mg/L 五氯酚 1.0 mL 于 50 mL 容量瓶中,用甲醇定容至 50 mL,则五氯酚含量为 0.8 mg/L。在装有 20 mL 0.1 mol/L 碳酸钾溶液的 7 个 125 mL 分液漏斗中分别加入 0.8 mg/L 五氯酚标准使用液 0、5、10、50、100、250、500 μ L,混匀。加入 1.0 mL 乙酸酐,振摇 5 min 后加入 5 mL 正己烷,振摇 5 min,静置分层后弃去水相,收集正己烷相。正己烷相经无水硫酸钠脱水后定容至 5.0 mL。得到含量为 0.0、0.8、1.6、8、16、40、80 μ g/L 的五氯苯乙酸酯标准系列溶液,用于标准曲线的制作。

1.2.5 五氯酚的提取 取“1.2.3”节的样品,加 50% 浓硫酸 1 mL,正己烷:丙酮(1:1)10 mL,采用超声波法提取五氯酚 5 min,静置 5 min,取 5 mL 上清液。再加 10 mL 相同溶剂,同样方法提取五氯酚,静置 5 min,取 5 mL 上清液,合并上清液。加 0.1 mol/L 碳酸钾 10 mL 振荡反提取 2 次,弃去有机相,取下层水相。加 1 mL 乙酸酐,振荡 5 min,加入 5 mL 正己烷,振荡 5 min,取上清液。用无水硫酸钠脱水,定容至 5.0 mL。待气相色谱测定。

2 结果与分析

2.1 方法的可靠性

2.1.1 线性范围和检出限 根据“1.2.4”节制作标准曲线,

得出: $y=1.974\ 0\times10^4x+1.156\ 3\times10^4$ ($r=0.997$),试验结果表明,在 0.8~80 μ g/L 范围内,五氯酚含量与色谱峰面积有很好的线性关系。以 3 倍基线噪音计,检出限为 2.93 μ g/kg。说明本方法适用于底质中五氯酚的定量分析。

2.1.2 精密度和准确度 根据“1.2.5”节方法提取五氯酚,每个含量重复 3 次,五氯酚的回收率和相对标准偏差见表 1。表 1 显示,样品平均加标回收率为 81.3%~91.1%,符合农药残留分析要求^[14]。样品相对标准偏差为 1.21%~1.25%,说明该方法的精密度较好^[15]。定量检出限为 7.79 μ g/kg。

表 1 平均回收率和相对标准偏差

加标量 (μ g/kg)	检测平均值 (μ g/L)	平均回收率 (%)	相对标准偏差 ($n=3$)(%)
8	0.650	81.3	1.25
40	3.50	87.5	1.63
160	14.600	91.3	1.21

2.2 淡水养殖区底质中五氯酚的残留量

试验过程中淡水养殖区底质中五氯酚的含量变化如图 2 至图 4,上、中、下层底质中的 PCP 含量都随时间的延长逐渐下降。同一盆植物的上、中、下层底质 PCP 含量变化没有明显规律,这可能是因为同一盆植物每次检测采样的上、中、下层底质位置无法固定。30 d 之内种植植物的底质中 PCP 基本可以全部降解,未种植植物的底质中 PCP 含量也只剩下原来的 30%。这说明光照和底质中的微生物对低浓度 PCP 的降解效率高达 70%。水葱、芦苇、黄菖蒲对底质中 PCP 均有较好的降解作用。从降解效果来看,水葱>黄菖蒲>芦苇。PCP 对植物的生长没有明显的抑制作用。

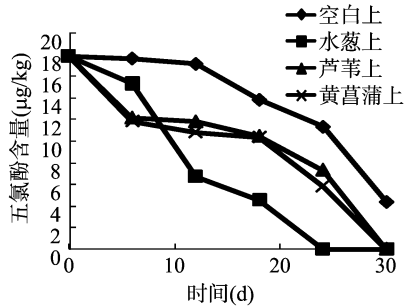


图2 上层底质五氯酚含量随时间变化情况

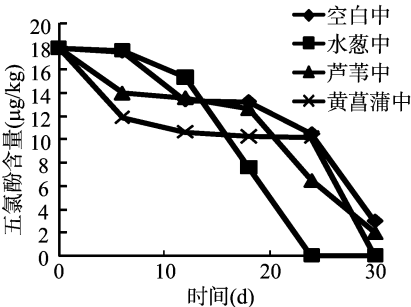


图3 中层底质五氯酚含量随时间变化情况

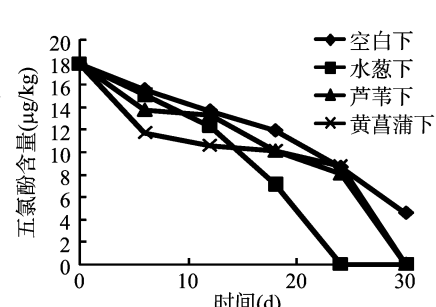


图4 底层底质五氯酚含量随时间变化情况

2.3 五氯酚在 3 种植物中的富集

从图 5 可以看出,随着时间的变化,芦苇、水葱、黄菖蒲 3 种植物体内五氯酚含量逐渐增加。从富集量来看,在种植后 30 d,水葱、黄菖蒲、芦苇 3 种植物体内五氯酚含量分别比其

本身起始含量高 16.20、10.88、8.41 μ g/kg。底质中五氯酚起始含量为 17.90 μ g/kg。由此可以推断,水葱、黄菖蒲、芦苇分别吸收了底质中的五氯酚 90.50%、60.78%、46.98%,吸收量从大到小依次为水葱>黄菖蒲>芦苇,这与“2.2”节中这 3 种植物底质五氯酚的减少量刚好对应。

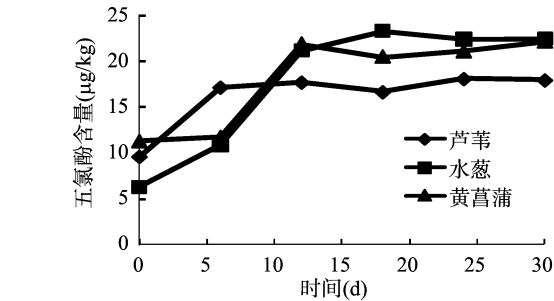


图5 3 种水生植物五氯酚含量随时间变化情况

3 结论

水葱、黄菖蒲、芦苇 3 种水生植物易移栽成活、对淡水养殖区底质耐污染能力强,降解五氯酚效果好,对于被五氯酚污染的淡水养殖区底质修复是可行的,具有推广应用价值。

参考文献:

[1]熊 珺,高创新,袁 恒,等. 水葱对五氯酚污染土壤植物修复的初步研究[J]. 农业环境科学学报,2006,25(6):1493-1497.

宋 坚,肖登兵,张伟杰,等. 2 个类型平濞掌扇贝壳性状对活体质量的影响分析[J]. 江苏农业科学,2015,43(3):215-217.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.03.070

2 个类型平濞掌扇贝壳性状对活体质量的影响分析

宋 坚,肖登兵,张伟杰,常亚青,宫海宁

(大连海洋大学/农业部北方海水增养殖重点实验室,辽宁大连 116023)

摘要:选取有助型、无助型平濞掌扇贝,测定其壳长、壳高、壳厚、外韧带长、扇角、体质量等性状,采用通径分析法,计算以壳性状为自变量对活体质量作依变量的通径系数,比较相关参数。结果表明,2 个类型平濞掌扇贝活体质量的变异系数分别为 18.32%、16.72%,均高于壳性状的变异系数。壳长、壳宽以及壳厚均与活体质量极显著相关。2 个类型平濞掌扇贝表型参数也明显不同,有助型的壳长小于无助型,壳高、壳厚、外韧带长、扇角以及活体质量都大于无助型,且壳厚、扇角差异达极显著水平。

关键词:平濞掌扇贝;活体质量;通径分析;壳性状;相关分析

中图分类号:S917 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2015)03-0215-03

平濞掌扇贝 (*Volachlamys hirasei*) 属于软体动物门双壳纲扇贝科,该物种分布于我国北方沿海地区,尤以渤海湾分布较多,一般栖息在潮下带浅海或沙泥质底^[1]。目前,国内关于平濞掌扇贝的研究较少。有学者认为,平濞掌扇贝分为有助型、无助型 2 种^[2]。形态性状、重量性状以及性状之间的关系对于开展动物生物学研究极为重要^[3-8]。张存善等^[9]、郑怀平等^[10]、刘小林等^[11]分别对虾夷扇贝、海湾扇贝、栉孔扇贝

的体尺性状对体质量的影响进行了研究;吴彪等分析了 2 个不同群体魁蚶的形态性状对体质量的影响^[12];刘贤德等报道了不同生长时期大黄鱼形态性状与体质量的相关性^[13];赵鹏等分析了 2 种壳色虾夷扇贝壳体尺性状对体质量的影响^[14];董在杰等研究了 2 个品系尼罗罗非鱼体质量与体维可量性状之间的关系等^[15]。本研究分析 2 种类型平濞掌扇贝壳性状与活体质量的相关性以及壳性状对活体质量的影响,并比较了 2 种类型平濞掌扇贝壳生物学性状之间的差异,以期为人工养殖平濞掌扇贝壳资源提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料

平濞掌扇贝壳于 2012 年 4 月采捕于辽河口二界沟海域,低温下运回实验室,将贝壳表面洗刷干净,实验室暂养 10 d。

收稿日期:2014-04-23

基金项目:辽宁省重大科技攻关项目(编号:2011203003)。

作者简介:宋 坚(1971—),男,副研究员,主要从事水产动物繁育研究。E-mail:d1mel@163.com。

通信作者:常亚青,教授,博士生导师,主要从事水产动物遗传育种与生物技术研究。E-mail:yqchang@dlou.edu.cn。

[2]胡成成,赵双玲.持久性有机污染物五氯酚的生物修复研究进展[J].科技信息,2008(9):322,314.

[3]Xu T, Lou L P, Luo L, et al. Effect of bamboo biochar on pentachlorophenol leachability and bioavailability in agricultural soil[J]. Science of the Total Environment, 2012, 414: 727-731.

[4]Liang Y Z, Chi Z, Gao C X. Phytoremediation of pentachlorophenol-contaminated sediments by aquatic macrophytes[J]. Environmental Earth Sciences, 2011, 64: 581-588.

[5]Vitkova M, Dercova K, Molnarova J, et al. The effect of lignite and comamonas testosteroni on pentachlorophenol biodegradation and soil ecotoxicity[J]. Water Air and Soil Pollution, 2011, 218(1/2/3/4): 145-155.

[6]Li Z R, Yuan S H, Wan J Z, et al. A combination of electrokinetics and Pd/Fe PRB for the remediation of pentachlorophenol-contaminated soil[J]. Journal of Contaminant Hydrology, 2011, 124(1/2/3/4): 99-107.

[7]Lou L P, Wu B B, Wang L N, et al. Sorption and ecotoxicity of pentachlorophenol polluted sediment amended with rice-straw derived biochar[J]. Bioresource Technology, 2011, 102: 4036-4041.

[8]Karn S K, Chakrabarty S K, Reddy M S. Characterization of pentachlorophenol degrading *Bacillus* strains from secondary pulp- and -

paper-industry sludge[J]. International Biodeterioration & Biodegradation, 2010, 64(7): 609-613.

[9]Cea M, Jorquera M, Rubilar O, et al. Bioremediation of soil contaminated with pentachlorophenol by *Anthracophyllum discolor* and its effect on soil microbial community[J]. Journal of Hazardous Materials, 2010, 181(1/3): 315-323.

[10]Wang T C, Lu N, Li J, et al. Degradation of pentachlorophenol in soil by pulsed corona discharge plasma[J]. Journal of Hazardous Materials, 2010, 180(1/3): 436-441.

[11]Puglisi E, Vernile P, Bari G, et al. Bioaccessibility, bioavailability and ecotoxicity of pentachlorophenol in compost amended soils[J]. Chemosphere, 2009, 77(1): 80-86.

[12]Wen B, Li R J, Zhang S Z, et al. Immobilization of pentachlorophenol in soil using carbonaceous material amendments[J]. Environmental Pollution, 2009, 157(3): 968-974.

[13]王铁成. 场地有机物污染土壤的脉冲放电等离子体修复方法和机理研究[D]. 大连:大连理工大学, 2013.

[14]张 虹. 加标回收率的测定和结果判断[J]. 石油与天然气化工, 2000, 29(1): 50-52.

[15]JJG 700—1999 气相色谱仪检定规程[S].