

油秋平,支崇远,王璐,等.赤水河底栖硅藻多样性及其与重金属相关性分析[J].江苏农业科学,2013,41(10):347-349.

赤水河底栖硅藻多样性及其与重金属相关性分析

油秋平,支崇远,王璐,周玉春

(贵州师范大学生命科学学院,贵州贵阳 550001)

摘要:为了解赤水河底栖硅藻多样性及其与水体中重金属含量的关系,对赤水河底栖硅藻及水体中重金属含量进行调查,并对底栖硅藻多样性与水体中重金属含量的相关性进行分析。结果表明:共 164 个底栖硅藻种(包括变种及变型),隶属 7 目 11 科 30 属,其中异极藻属 29 种,占总藻种数的 17.68%;桥弯藻属 24 种,占总藻种数的 14.63%;舟形藻属 23 种,占总藻种数的 14.02%;脆杆藻属 18 种,占总藻种数的 10.98%;底栖硅藻的丰度与水体中 Cr 含量的相关性极显著($r = 0.896, P < 0.01$),与水体 As 含量显著相关($r = 0.421, P < 0.05$)。*Synedra gaillonii* 和 *Gomphonema pseudosphaerophorum* 是赤水河水体中 Cr、As 的指示硅藻属种。

关键词:赤水河;底栖硅藻;重金属;相关性分析

中图分类号:Q945.79 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2013)10-0347-03

在河流中,底栖硅藻生物多样性要远远超过其他藻类^[1]。硅藻已广泛用于河流水质监测与生态健康的指示生物类群^[2-3]。硅藻的生长会受到重金属污染的影响,其中镉、铅、铜、汞等能在藻细胞内大量富集而干扰细胞代谢过程,最终影响藻类的生长和繁殖^[4]。硅藻对重金属的生态适应机

制则主要是通过表面官能团络合反应以及释放的有机配体化合物吸附重金属^[5]。Duong 等^[6]研究了硅藻与镉浓度之间的相关性,发现谷皮菱形藻、内丝藻(*Encyonema minutum*)、双菱藻(*Surirella angusta*)及微小异极藻(*Gomphonema parvulum*)与镉浓度之间呈正相关,表明这些硅藻能够耐受高浓度的镉污染。Cattaneo 等^[7]研究了加拿大矿区湖泊中重金属污染下硅藻群落和种群水平变化,表明硅藻群落对重金属污染具有很高的耐受能力。

赤水河为长江中上游支流,全长 523 km,流域面积 2.04 万 km²^[8]。煤电开发、白酒酿制、农业生产、旅游开发等是赤水河流域的代表产业,酿造业尤为发达,茅台酒和郎酒的生产基地茅台镇就坐落在赤水河畔^[9]。本试验以赤水河底栖硅藻为研究对象,对河水中的 Pb、Cu、Cr、Cd、Pb 和 As 6 种

收稿日期:2013-03-06

基金项目:国家自然科学基金(编号:41062005、30560011);贵州省国际科技合作项目[编号:黔科合外字 G 字(2012)800107];贵州省科技支撑计划(2012);贵州省国际科技合作重点项目[编号:(2012)800107]。

作者简介:油秋平(1984—),女,山东菏泽人,硕士研究生,研究方向为植物生理生态。E-mail: yqp_666@126.com。

通信作者:支崇远,博士,教授。E-mail: zhicy@126.com。

[16]朱利君,苏智先,胡进耀,等.珍稀濒危植物珙桐过氧化物酶活性和丙二醛含量[J].生态学报,2009,28(3):451-455.

[17]王海霞.增强 UV-B 辐射对喜树幼苗的生理影响[D].西安:西北大学,2008.

[18]刁丽军,顾松山,王普才,等.北京地面紫外辐射(光谱)的观测与分析[J].气象科学,2003,23(1):22-30.

[19]杨永清.沙棘(*Hippophae rhamnoides* L.)在低温和增强 UV-B 胁迫下的生态生理反应[D].成都:中国科学院研究生院成都生物研究所,2006.

[20]Xu X, Zhao H, Zhang X, et al. Different growth sensitivity to enhanced UV-B radiation between male and female *Populus cathayana* [J]. Tree Physiology, 2010, 30(12): 1489-1498.

[21]贺正山,蔡志全,蔡传涛.不同水分和施氮量对催吐萝芙木光合特性和生长的影响[J].中国生态农业学报,2010,18(4):758-764.

[22]吕艳伟.增强 UV-B 辐射对粗枝云杉(*Picea asperata* Mast.)和青杨(*Populus cathayana* Rehd.)的影响[D].成都:中国科学院研究生院成都生物研究所,2008.

[23]徐兴利,金则新,何维明,等.不同增温处理对夏蜡梅光合特性和叶绿素荧光参数的影响[J].生态学报,2012,32(20):6343-6353.

[24]师生波,尚艳霞,师瑞,等.高山植物美丽风毛菊 PSII 光化学效率和光合色素对短期增补 UV-B 辐射的响应[J].植物生态学报,2012,36(5):420-430.

[25]韩超.模拟增温与 UV-B 辐射增强对云杉种子萌发和幼苗生长的影响[D].成都:中国科学院成都生物研究所,2008.

[26]瞿先能,强继业,陈宗瑜,等. UV-B 辐射对云南报春花叶绿素含量变化的影响[J].农业环境科学学报,2006,25(3):587-591.

[27]Caldwell M M. Plant response to solar ultraviolet radiation [J]. Physiol Plant Ecol, 1981, 12: 169-197.

[28]Mackerness S H, Surplus S L, Jordan B R, et al. Ultraviolet-B effects on transcript levels for photosynthetic genes are not mediated through carbohydrate metabolism [J]. Plant, Cell & Environment, 1997, 20: 1431-1437.

[29]Levizou E, Manetas Y. Combined effects of enhanced UV-B radiation and additional nutrients on growth of two Mediterranean plant species [J]. Plant Ecology, 2001, 154: 181-186.

[30]Shellv K, Heraud P, Beardall J. Nitrogen limitation in *Dunaliella tertiolecta* (Chlorophyceae) leads to increased susceptibility to damage by ultraviolet-B radiation but also increased repair capacity [J]. Journal of Phycology, 2002, 38: 713-720.

以看出 *Gomphonema pseudosphaerophorum* 在样点 8 相对丰度最高 (73.91%), *Achnanthes marginulata* 在样点 11 的相对丰度为 58.97%, *Aulacoseira subarctica* 在样点 2 的相对丰度为 55.17%。

由表 2 与表 3 对比可知,硅藻相对丰度高的,其丰度不一定高;反之,丰度高的,相对丰度不一定高,两者没有必然的关系。

表 3 赤水河各样点硅藻的丰度 (1 cm² 硅藻数量)

样点	丰度	样点	丰度	样点	丰度
1	542	7	120	13	109
2	632	8	177	14	856
3	3 096	9	47	15	1 635
4	627	10	126	16	175
5	196	11	500	17	236
6	114	12	317		

表 4 赤水河底栖硅藻丰度与水体中重金属含量的相关性

指标	相关系数						
	Cd	Cr	Cu	Pb	Hg	As	硅藻丰度
Cd	1.000						
Cr	0.751 **	1.000					
Cu	0.453	0.500 *	1.000				
Pb	0.895 **	-0.416 *	0.263	1.000			
Hg	-0.845 **	-0.708 **	-0.681 **	-0.730	1.000		
As	-0.043	-0.484 *	0.415 *	0.213	-0.087	1.000	
硅藻丰度	-0.189	0.896 **	-0.090	-0.010	0.292	0.421 *	1.000

注:“*”表示相关性达 0.05 显著水平,“**”表示相关性达 0.01 显著水平。

3 结论

异极藻属 (*Gomphonema*) 为赤水河底栖硅藻的优势藻群,共 29 种,所占比例为 17.68%。其次为桥弯藻属 (*Cymbella*) 和舟形藻属 (*Navicula* spp.) (14.63%、14.02%),其他较少。底栖硅藻的丰度与赤水河水体中 Cr、As 含量呈极显著和显著相关。*Gomphonema pseudosphaerophorum* 是耐受赤水河高浓度 Cr 的指示硅藻种,*Synedra gaillonii* 和 *Gomphonema pseudosphaerophorum* 是耐受赤水河高浓度 As 的指示硅藻种组合。

参考文献:

- [1] Stevenson R J, Pan Y. Assessing ecological conditions in rivers and streams with diatoms [M]. London: Cambridge University Press, 1999:11-20.
- [2] 王 倩, 支崇远, 康福星. 黔桂喀斯特区域河流水体离子对底栖硅藻群落的影响[J]. 环境科学学报, 2009, 29(7): 1517-1526.
- [3] Bate G, Smailes P, Adams J. A water quality index for use with diatoms in the assessment of river[J]. Water Sa, 2004, 30: 493-498.
- [4] 国家环境保护总局《水和废水监测分析方法》编辑委员会. 水和

2.3 底栖硅藻丰度与水体中重金属含量的相关性

由于所测得重金属是连续的变量,而非定序或等级变量,故采用皮尔逊 (Pearson) 相关系数来确定赤水河硅藻丰度和重金属含量之间关系的密切程度和线性相关的方向。结果表明,赤水河底栖硅藻丰度受到水体中 6 种重金属直接或间接地影响,由表 4 中赤水河硅藻丰度与水体中 6 种重金属含量的相关系数可以看出,底栖硅藻的丰度与水体中 Cr 含量的相关性极显著,与水体中 As 含量呈显著相关,与水体中 Hg 含量无相关性,与水体中 Cd、Cu、Pb 含量呈负相关。底栖硅藻的丰度与水体中 Cr 含量极显著相关,在样点 8 水体中 Cr 的含量最高, *Gomphonema pseudosphaerophorum* 的相对丰度也最高,说明 *Gomphonema pseudosphaerophorum* 是耐受赤水河高浓度 Cr 的指示硅藻种; As 在样点 7、8 水体中含量最高, *Synedra gaillonii* 和 *Gomphonema pseudosphaerophorum* 的相对丰度也均较高,说明 *Synedra gaillonii* 和 *Gomphonema pseudosphaerophorum* 是耐受赤水河高浓度 As 的指示硅藻种组合。

废水监测分析方法 [M]. 4 版. 北京: 中国环境科学出版社, 2002.

- [5] Pokrovsky O S, Pokrovski G S, Gélabert A, et al. Speciation of Zn associated with diatoms using X-ray absorption spectroscopy [J]. Environmental Science & Technology, 2005, 39(12): 4490-4498.
- [6] Duong T T, Morin S, Herlory O, et al. Seasonal effects of cadmium accumulation in periphytic diatom communities of freshwater biofilms [J]. Aquatic Toxicology, 2008, 90(1): 19-28.
- [7] Cattaneo A, Couillard Y, Wunsam S. Sedimentary diatoms along a temporal and spatial gradient of metal contamination [J]. Journal of Paleolimnology, 2008, 40: 115-127.
- [8] 任晓冬, 黄明杰. 赤水河流域产业状况与综合流域管理策略 [J]. 长江流域资源与环境, 2009, 18(2): 97-103.
- [9] 周 璇. 赤水河酒品牌定位战略研究 [D]. 北京: 对外经贸大学, 2005: 6-15.
- [10] 吴忠标, 孙文涛, 谭天恩, 等. 环境监测 [M]. 北京: 科学出版社, 2002: 123-128.
- [11] 孙 成, 祝栋林. 环境监测实验 [M]. 北京: 科学出版社, 2003: 277.
- [12] GB 3838—2002 地表水环境质量标准 [S].