

研究简报

稳定性二氧化氯的杀藻效果研究

况琪军 毕永红 胡征宇 陈 珊

(中国科学院水生生物研究所, 武汉 430072)

STUDY ON THE REMOVING EFFICIENCY OF ALGAE BY A NOVEL ALGAECIDE—STATIONARY ClO_2

KUANG Qi-Jun, BI Yong-Hong, HU Zheng-Yu and CHEN Shan
(Institute of Hydrobiology, The Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430072)

关键词: 杀藻剂; 稳定性二氧化氯; 斜生栅藻; 天然混合藻类

Key words: Algaecide; Stationary ClO_2 ; *Scenedesmus obliquus*; Natural mixed algae

中图分类号: X524 文献标识号: A 文章编号: 1009-3207(2003)05-0554-003

随着社会经济的迅猛发展和人口的剧增, 大量未经处理的工业废水和生活污水肆意排入江河湖泊, 使人类有限的淡水资源遭受 N、P 及有机物的严重污染, 水体富营养化进程加速, 藻类大量生长, 以致水厂给水处理技术难度增加、制水成本提高、净化系统堵塞、自来水出现藻腥味、口感变差、可饮性降低等等^[1]。在我国, 特别是南方地区以河流、湖泊为主要供水水源的城市, 因藻类大量生长而引起饮用水质量下降的现象十分普遍, 去除藻类已成为供水行业亟待解决的首要问题^[2, 3]。为此, 研制和探索高效、不产生二次污染的新型杀藻剂和除藻方法已越来越受到关注^[4-6]。

稳定性二氧化氯(简称二氧化氯, 下同)是继漂白粉、次氯酸钠、氯气等氯化消毒杀藻剂之后的第四代杀藻产品, 与传统的氯化杀藻剂相比, 该产品具有综合性能优越, 经济效益好, 不产生致癌氯代烃(如三氯甲烷等), 不受水质条件的制约, 对工业废水和生活污水中的多种有机物、氰化物、酚类、硫化物和重金属等, 均具有极强的氧化去除能力, 并兼有清洗、脱泥、控制水垢等诸多优越性。由于其高效、广谱、性能稳定且无毒等特点, 而被世界卫生组织(WHO)确认为 A1 级高效广谱消毒杀藻剂。为使该产品在国内推广应用, 作者承担了对其杀藻效果的鉴定试验并取得了理想的研究结果。

1 材料与方法

1.1 二氧化氯杀藻剂的特性 二氧化氯杀藻剂由 A 剂和 B

剂两部分组成, A 剂为‘惰性’二氧化氯(ClO_2), pH8.2—9.2, 砷含量(As, %) ≤ 0.0003 , 重金属含量(以 Pb 计, %) ≤ 0.002 , 有效 ClO_2 含量为 2.08%; B 剂为激活剂, 酸性, 对金属有轻度腐蚀性。二者均为透明液体, 无味无臭, 不挥发, 不分解, 由武汉钢实兴业建筑安装维修有限责任公司生产和提供。

1.2 母液配制 分别准确吸取 A、B 两剂各 20mL 置 50mL 容量瓶中, 充分振摇 1min 后, 置双层黑布袋内使之激活反应 10min。用移液管吸取 2mL 活化液置 100mL 容量瓶中, 加蒸馏水至刻度, 配成含有效二氧化氯 208mg/L 的母液, 现配现用。

1.3 试验藻种及培养条件 藻种分别为斜生栅藻(*Scenedesmus obliquus*)和天然混合藻类。斜生栅藻于室内条件下扩大培养至对数生长期后用于试验, 100mL 容量三角瓶装量 50mL; 天然混合藻类用 25# 绢网直接取自东湖, 500mL 锥形瓶装量 200mL。每批试验设 6 组处理浓度, 外加一组对照(表 1)。二氧化氯加入藻类培养液后, 随即充分摇匀, 静置 30min, 观察藻类的瞬间变化, 然后置 $28 \pm 2^\circ\text{C}$, 光强约 3000 lx 条件下培养, 光暗循环 14:10。所有玻璃器皿试验前均洗净并经干热灭菌, 180°C , 2h。试验重复三批, 每批次各浓度一式 3 份, 取平均值进行结果分析。

1.4 生长测定 藻类的生长状况以细胞数为指标予以确定, 常规血球计数法。首次取样时间为 12h, 随后每 24h 取样一次。急性试验结束后, 将相同浓度的 3 瓶培养液合并, 置

收稿日期: 2002-12-25; 修订日期: 2003-02-15

基金项目: 中国科学院创新项目(KSCX2-1-06B)资助

作者简介: 况琪军(1952—), 女, 湖南省攸县人; 主要从事污水生物净化与藻类生态毒理学方面的研究

通讯作者: 胡征宇

上述条件下继续培养,以观察其慢性效果。用与对照相比的抑制百分率确定被试二氧化氯的杀藻效果,应用生物统计的一元回归分析方法对试验结果进行验证。

2 结果与讨论

2.1 对斜生栅藻的杀藻效果

在试验条件下,二氧化氯对斜生栅藻具有很强的杀藻效果。6组处理浓度中,25mg/L浓度组加药后仅5min,藻类培养液的颜色即发生明显变化,30min时,原本鲜绿色的藻液完全变为褐黄色,1h内变为奶白色,12h镜检计数,细胞已100%死亡(表1)。

20mg/L浓度组的藻液颜色发生上述变化所需的时间略长一些,杀藻效果略次于25mg/L组。该浓度对藻类作用12h和36h,杀藻率分别为72.2%和100.0%。

其余浓度组,试验期内均未能使受试藻类100%死亡,它们对藻类的影响程度基本上随处理浓度的降低依次减弱,随培养时间的延长逐步增强。培养至3d之后,杀藻效率虽有所滞缓(图1),尤其是8mg/L和10mg/L浓度组,84h时的藻类

细胞数反而比60h时的有所增加,但与对照组相比,藻类的生长状况差异显著;出现藻类细胞数反弹的现象,可能是药物的实际浓度在培养过程中因光解作用和器皿的吸附作用而有所降低所致。慢性试验未观察到藻类的恢复现象,杀藻效果较次氯酸钙 $\text{Ca}(\text{ClO})_2^{[4]}$ 更为彻底。

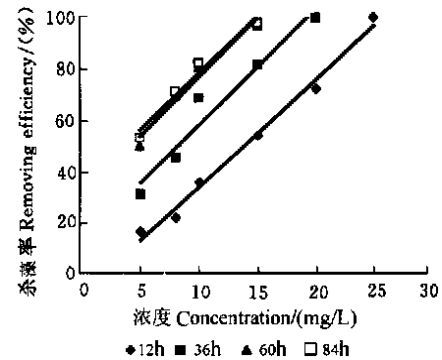


图1 二氧化氯对斜生栅藻的杀死率
Fig.1 Removing efficiency of ClO_2 on *Scenedesmus obliquus*

表1 不同二氧化氯浓度条件下斜生栅藻和天然混合藻类的细胞数变化

投药浓度 Concentration (mg/L)	斜生栅藻				天然混合藻类			
	<i>Sce. obliquus</i> (× 10 ⁶ 个/mL)				Nature mixed algae(× 10 ⁵ 个/mL)			
	12h	36h	60h	84h	12h	36h	60h	84h
对照	7.95	13.48	21.82	27.55	8.91	8.64	8.36	8.19
5.0	6.62	9.26	10.86	12.83	7.83	5.90	4.39	3.85
8.0	6.20	7.33	6.60	7.90	7.14	4.80	2.82	2.38
10.0	5.10	4.20	4.20	4.89	6.21	3.04	1.56	1.44
15.0	3.65	2.46	0.65	0.53	4.33	1.67	0.39	0.17
20.0	2.21	0.00			2.83	0.00		
25.0	0.00				0.00			

2.2 对天然混合藻类的杀藻效果

二氧化氯对天然混合藻类的杀藻结果显示,所有被处理组藻类的生长状况均不如对照组,藻类的细胞数量随处理浓度的增加和培养时间的延长而明显减少。25mg/L浓度组的藻类在暴露几分钟后即显示出与对照的明显差异,暴露12h,细胞完全死亡;其余浓度对天然混合藻类的致死作用也相当明显(表1,图2)。由表1所列数据可见,对照组虽未添加二氧化氯,但藻类的细胞密度同样呈逐渐下降的趋势,显然与原水中其他微型生物的存在有关,这是应用天然藻类进行生物测试时难以避免的。

2.3 试验结果回归分析

为了验证所述试验结果的可信性,作者应用生物统计的回归分析方法对处理浓度和杀藻百分率的95%置信区间进行了回归分析,结果 R^2 值均 ≥ 0.95 (表2),可见,二者间的线性关系极为显著。同时采用 χ^2 (卡方)检验法对所得回归方

程式进行了验证, $P \geq 0.05$,说明实验数据与理论值之间差异不显著。

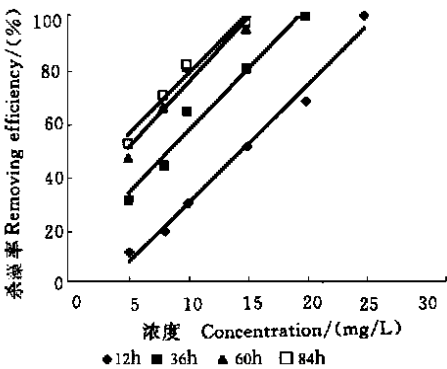


图2 二氧化氯对天然混合藻类的杀死率
Fig.2 Removing efficiency of ClO_2 on nature mixed algae

表 2 二氧化氯杀藻率可信性分析
Tab. 2 Regression analysis on removing efficiency of ClO₂ on algae

试验藻类 Test algae		斜生栅藻 <i>Sc. obliquus</i>	天然混合藻类 Nature mixed algae	
作用时间(h)	回归方程	R ²	回归方程	R ²
12	Y= 4 1653x- 7. 4732	0. 9894	Y= 4 3266x- 12. 863	0. 9879
36	Y= 4 5092x+ 13. 195	0. 9486	Y= 4. 5419x+ 11. 640	0. 9712
60	Y= 4 5910x+ 30. 823	0. 9649	Y= 4 7524x+ 27. 460	0. 9473
84	Y= 4 3991x+ 34. 479	0. 9698	Y= 4 4322x+ 33. 962	0. 9669

在本试验条件和所试浓度范围内,无论是人工培养的斜生栅藻还是东湖的天然混合藻类,稳定性二氧化氯均能显示其高效的杀藻作用,25mg/L 浓度即可快速杀死藻类,二氧化氯作为一种新型杀藻剂值得推广应用。

参考文献:

[1] Yu H F, Ma C. Development of technology for treatment of drinking water [J]. *Engineering and Technique* (Environment Protection Edition), 1999, 5: 13—17. [于惠芳, 马 峥, 饮用水处理技术进展, 工程与技术, 环境保护版, 1999, 5: 13—17]

[2] Wang S F. The means of removing algae in lake water[J]. *Pollution Prevention Technique*. 2000, 13(1): 23—25. [王士芬, 湖泊水藻类的去除方法, 污染防治技术, 2000, 13(1): 23—25]

[3] Wu W Z, Wang Z S. Effects on the algae removal by different biological contact oxidation processes and their mechanisms [J]. *ACTA*

Sciential Circumstantiae, 2001, 21(3): 277—281. [吴为中, 王占生. 不同生物接触氧化法对藻类去除效果的比较及其途径分析. 环境科学学报, 2001, 21(3): 277—281]

[4] Kuang Q J, Xia Y C, Wu Z Y Study on the removing efficiency of algae by a new disinfect agent [J]. *Chongqing Environmental Science*, 2001, 23(3): 42—44. [况琪军, 夏宜 , 吴紫元, 一种新型消毒剂的杀藻研究, 重庆环境科学, 2001, 23(3): 42—44]

[5] Jiang D S, Liu Q C, Zhang J. *et al.* The latest progress in alga-killing techniques [J]. *Journal of Changde Teachers University* (Natural Science Edition), 2000, 12(1): 25—31. [蒋道松, 刘其城, 章俭等, 除藻技术新进展, 常德师范学院学报, 自然科学版, 2000, 12(1): 25—31]

[6] Tian B Z, Qu J H. The chemical algicide of source water for drinking [J]. *Environmental Chemistry*, 2001, 20(1): 65—69. [田宝珍, 曲久辉, 饮用水水源的化学灭藻, 环境化学, 2001, 20(1): 65—69]