

水培过程中绿藻控制和去除的研究进展

赵习武,王晨静,周雅倩,陆国权

(浙江农林大学 风景园林与建筑学院/浙江农林大学 薯类作物研究所,浙江 临安 311300)

摘要:绿藻是水培花卉的一大难题,从水培中绿藻的影响因子和水培中抑制和去除绿藻的方法两方面进行了综述。水培中绿藻的影响因素主要有营养因子、生态因子和地形因子。水培中抑制和去除绿藻的方法很多,比如很多金属离子对绿藻有毒性,还有对硫磷以及百草枯对绿藻也有抑制效果。而国内目前研究的力度不够,方法不够完善,对此提出应该优化实验的环境,可以采取把绿藻从水培溶液中分离出来用培养皿进行单独培养,实验也放在培养皿里进行的建议。

关键词:水培;绿藻;研究进展

中图分类号:X173

文献标识码:A

文章编号:1002-2767(2012)11-0149-03

水培是无土栽培的一种形式^[1]。它不受时间、空间和土地的限制,而且比较干净,具有观赏性高,病虫害少,管理方便等特点。因此水培越来越受到人们的欢迎,而绿藻却是水培的一大阻碍,也是一大难题,它不仅影响美观,还影响水培植物的生长,成为水培亟待解决的问题。目前关于抑制和去除自然和人工水体中藻类的技术已有较多研究,但对于水培花卉培养液中的绿藻问题的研究报道较少。

1 水培中绿藻生长的影响因子

影响藻类生长的因子主要可分为营养因子、生态因子和地形因子^[2]。

营养因子是营养元素的含量,在水体中,限制藻类生长的主要是营养因子中的氮和磷,而在水培中,营养液中富含氮和磷,氮和磷已不再是限制藻类生长的主要因子,但营养因子中还有一些因素影响着绿藻的生长。铁在浮游植物的生长过程中发挥着非常重要的作用,是一种不可或缺的微量营养元素^[3]。铁在氮的固定过程中起着决定性因素,如果铁含量高,会加快硝酸盐的还原,导致水体氮含量降低,从而限制绿藻的生长繁殖。而铁也是多种酶系的辅助因子,对于细胞色素、铁氧化还原蛋白和铁硫化蛋白是不可缺乏的元素,绿

藻的光合作用依赖于铁。所以铁的含量既不能太高,也不能太低。但很多金属离子则会对绿藻产生毒性,Pereira M J 等的研究表明,金属离子对盘藻(*Gonium pectorale*)的毒性排序: $\text{Hg}^{2+} > \text{Cu}^{2+} > \text{Cd}^{2+} > \text{Ni}^{2+} > \text{Cr}^{2+} > \text{Zn}^{2+} > \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} > \text{Cs}^{2+} > \text{Pb}^{2+}$ ^[4]。

生态因子主要包括温度、pH、光照、溶解氧、水的活度、氧化还原电位和其它生物。大多数绿藻是喜温植物,其适宜的温度在 25~35℃,但不同的绿藻适宜的温度也不尽相同。低温(15℃和 20℃)并且低盐度(1%和 2%)的条件更利于椭圆小球藻(*Chlorella ellipsoidea*)的生长^[5]。相反的,高温(25℃和 30℃)并且高盐度的条件更利于微绿球藻(*Nannochloris oculata*)的生长。椭圆小球藻获得最大密度的最佳温度和盐度分别是 15℃和 1%。然而,微绿球藻特定生长速率(SGR)的最佳温度和盐度分别是 25℃和 1%,获得最大密度的最佳温度和盐度分别是 25℃和 3%。绿藻有叶绿素,可以进行光合作用,光照的强弱和长短对绿藻的生长也有影响,不同种类的绿藻对光照的需求不一样。在 25℃下,小球藻(*Chlorella vulgaris*)光合作用达到饱和的光强度为 2 591 lx;莱茵衣藻(*Chlamydomonas reinhardtii*)、蛋白核小球藻(*Chlorella pyrenoidosa*)和斜生栅列藻(*Scenedesmus obliquus*)的光饱和点在 5 380 lx。在 25℃下,当光强达到 6 452 lx 时开始抑制小球藻的生长;在 25℃下,当光强达到 10 760 lx 以上时,开始抑制蛋白核小球藻的生长。在 39℃下,光强接近 32 280 lx 都不抑制蛋白

收稿日期:2012-08-31

基金项目:浙江省重大科技专项资助项目(2008C12080-01)

第一作者简介:赵习武(1987-),男,湖南省邵东县人,在读硕士,从事园林植物与观赏园艺研究。E-mail:zhaoxiwu0824@126.com。

通讯作者:陆国权(1963-),男,浙江省金华市人,博士,教授,硕士研究生导师。E-mail:704857959@qq.com。

核小球藻的生长。pH 对绿藻生长也有一定的影响,绿藻只有在适宜的 pH 范围内才能正常的生长,过酸或者过碱都不利于绿藻的生长繁殖,一方面是由于过酸或者过碱损害绿藻细胞,另一方面是 pH 通过影响碳酸盐的平衡以及其它无机碳的分配关系来影响绿藻的生长。贾含帅等的 4 种环境因子对景观水体绿藻生长繁殖的影响研究表明,藻类在弱碱性下的生长状态更为良好。

水培中的地形因素:水流基本静止,水深较浅,水域是封闭的,这些都有利于绿藻的生长。

2 水培中绿藻的抑制和去除

2.1 农药对绿藻的抑制作用

农药对藻类的抑制作用多见于国外的报道。对硫磷,一种有机磷农药,能对绿藻产生抑制作用,四尾栅藻(*Scenedesmus quadricauda*)吸收对硫磷后,光合作用下降^[6]。对硫磷最大的抑制效果出现在四尾栅藻培养 5 h 的时候(对硫磷的浓度为 $5 \mu\text{g} \cdot 10^{-6}$ 个细胞),阻止了光合作用过程中氧气产生的 45%。对硫磷的浓度继续增加,抑制效果却并没有提高。因为只有小部分的对硫磷渗入了绿藻细胞。影响绿藻对对硫磷吸收的原因是胞液溶解对硫磷的量比较少。

百草枯,一种无选择的广谱性除草剂,对不同的绿藻影响的方式不一样。绿藻在不同浓度的百草枯中生长模型不一样。小球藻(*Chlorella vulgaris*)在百草枯浓度为 $0.02 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 的时候生长正常;在 $0.05 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 的情况下培养到 96 h 时出现明显的阻碍作用;在 $0.1 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 的时候培养 48 h 时出现明显的阻碍作用,在 $0.05 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 的情况下培养到 96 h 时和在 $0.1 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 的情况下培养到 96 h 时,两者没有明显的不同。四尾栅藻在有百草枯的情况下培养到 48 h 时,增长明显降低。然而在 96 h 时增长又恢复了(在 0.1 、 0.2 和 $0.4 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 的百草枯培养基中),没有明显的降低,当在 $0.8 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 或者更高浓度下时,四尾栅藻的增长受到明显的抑制。羊角月牙藻(*Selenastrum capricornutum*)在 $0.1 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 的百草枯培养基中没有收到明显的抑制作用;在培养到 48 h 时没有明显的抑制作用,只在 $0.2 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 的浓度以上培养到 96 h 时才有明显的抑制作用^[7]。

2.2 金属离子对绿藻的抑制作用

很多金属离子对绿藻都有毒性,其中已知毒

性较强的有 Hg^{2+} ,它阻碍绿藻的光合作用。另外, Cu^{2+} 对绿藻的毒性也很强,但同时高浓度的 Cu^{2+} 会对植物产生药害^[8-12]。 Cu^{2+} 对盘藻的 96EC₅₀ 值(培养 96 h 下的半最大效应浓度)为 $0.088 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$,而对月牙藻的 96EC₅₀ 值为 $0.130 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$,这说明 Cu^{2+} 对不同的绿藻抑制效果不一样。Ca 在浓度 $0.1 \sim 1.0 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 时,对镰形纤维藻(*Ankistrodesmus falcatus*)和斜生栅藻(*Scenedesmus obliquus*)的生长有促进作用,但当在高浓度(大于 $5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)下,会杀死绿藻。Pb 不会促进藻类的增长。Pb 在浓度为 $10 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 对会杀死镰形纤维藻,而抑制斜生栅藻的增长。Ni 对绿藻低毒,低浓度甚至会促进绿藻增长^[11]。

2.3 其它物质对绿藻的抑制作用

4-HBA 对藻类有微毒,低浓度还会促进藻类增长。3-HBA 对藻类有微弱的促进作用,而在大于 $1.0 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时则会对绿藻产生低毒。2-HBA 和 BA 对绿藻都有毒性,毒性的强弱为 2-HB>ABA>3-HBA>4-HBA。活性炭也能有效控制绿藻生长,同时对植物根系的生长有促进作用,但对水培营养液的 pH 有影响。木炭对绿藻也有一定的抑制作用,但远不如活性炭。崔丽娟在水培彩叶草抑制藻类繁殖的试验研究中研究了彩叶草抑制藻类的能力,并把彩叶草与凤眼莲进行了对比,结果表明彩叶草和凤眼莲一样具有显著的抑藻效果,且彩叶草不是通过吸收营养液中的营养而抑制藻类生长^[12]。这表明彩叶草分泌了一种抑藻物质。

3 结论

国内对水培容器中的绿藻研究较少,且大都围绕化学方面,如用硫酸铜溶液来抑制水培中绿藻的生长。但硫酸铜溶液是有颜色的,它会影响人们对花卉在营养液中那部分的观赏,若在花鱼同赏的水培花卉中,亦会对鱼产生毒害作用。一般情况下,化学试剂会对环境产生影响。在倡导环境保护的今天,应该逐渐减少化学试剂的使用。可以从物理方面或者生物方面着手去开发研究新的方法和新的试剂,可以借鉴粘土除藻技术,可以尝试微生物絮凝剂或者生物控制试剂(如病毒、细菌和真菌等)^[13-14],可以研究植物化感抑藻物质。但国内研究的方法还不够精准,研究大都在装有

水培植物的容器中进行,这样没法保证每个容器内植物的生长状况一致,为实验添加了变量,且绿藻产生的初始时间也没法保证一致,这样从一开始实验就已经不精确了。并且在容器中进行实验还会受到其它细菌或者真菌污染的威胁。针对这些问题应该优化实验的环境,可以采取把绿藻从水培溶液中分离出来,用培养皿进行单独培养,实验也放在培养皿里进行。这样既可以抛弃植物,也可以保证初始绿藻的量是一样的,也可以避免污染,其次还可以细化到物质对单种绿藻的抑制效果,使之更精确。

参考文献:

- [1] 陈小玲,李冬香,陈清西.我国水培花卉发展现状[J].现代园艺,2011(12):14-15,38.
- [2] 王志红,崔福义.局部水域绿藻硅藻综合因子生长速率模型[J].深圳大学学报:理工版,2007,24(2):206-211.
- [3] 贾含帅,刘汉湖,周江,等.4种环境因子对水体绿藻生长繁殖的影响[J].中国城市林业,2011,9(6):52-54.
- [4] Pereira M J,Resande P,Azeiteiro U M,at al. Differences in the effects of metals on growth of two freshwater green algae[J]. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology,2005,75:515-522.

- [5] Sung Hwoan Cho,Sung-Choon Ji,Sung Bum Hur,at al. Optimum temperature and salinity conditions for growth of green algae *Chlorella ellipsoidea* and *Nannochloris oculata*[J]. Fisheries Science,2007,73:1050-1056.
- [6] Lohmann E,Hagedorn H. The effect of parathion on green algae[J]. Applied Microbiology and Biotechnology,1986,23:507-509.
- [7] Sáenz M E,Alberdi J L,Di Marzio W D,at al. Paraquat toxicity to different green algae[J]. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology,1997,58:922-928.
- [8] 罗华健,郑芝波,曾云,等.透明花盆水培花卉中藻类抑制技术初探[J].亚热带植物科学,2006,35(4):16-18.
- [9] 赵兰枝,张需需,张海龙,等.水培中抑制绿藻生长的方法研究[J].南方园艺,2011,22(6):3-5.
- [10] 熊自立,王法格,饶立兵,等.硫酸铜防治绿藻实验[J].浙江蔬菜,2002(1):42-43.
- [11] Devi Prasad P V,Devi Prasa P S. Effect of cadmium,lead and nickel on three freshwater green algae[J]. Water,Air, and Soil pollution,1982,17:263-268.
- [12] 赵欣胜,摆亚军,崔丽娟,等.水培彩叶草抑制藻类繁殖的实验研究[J].环境污染与防治,2011(8):1-3.
- [13] 过龙根.除藻与控藻技术[J].中国水利,2006(17):34-36.
- [14] 韩小波,陈建.富营养化供水中的藻类控制与去除[J].污染防治技术,2006,19(3):24-29.

Progresses of the Inhibition and Removal of Green Algae in Hydroponic Culture

ZHAO Xi-wu, WANG Chen-jing, ZHOU Ya-qian, LU Guo-quan

(Landscape Architecture and Architecture College of Zhejiang Agricultural and Forestry University/Tuber Crops Research Institute of Zhejiang Agricultural and Forestry University, Lin'an, Zhejiang 311300)

Abstract: Green algae is one of water culture flowers challenge, it was discussed from two aspects. One was the impact factors of green algae growth in hydroponic culture, the other was the inhibition and removal of green algae in hydroponic culture. The impact factors were nutritional factors, ecological factors and topographic factors. There were many ways to inhibit and remove green algae, such as many metal ions on the green algae were toxic, and parathion and paraquat on green algae also had inhibitory effects. However, researches on green algae in hydroponic culture in China were not enough and methods were not perfect. Thus, it pointed out that it should optimize the experimental environment, that was, isolating green algae from hydroponic solution and culturing in culture dish, and the experiment was conducted in culture dish.

Key words: hydroponic culture; green algae; research progresses