

# 壳聚糖预处理对沉水植物黑藻生长的影响

许秋瑾<sup>1</sup>, 颜昌宙<sup>1</sup>, 金相灿<sup>1</sup>, 刘瑾<sup>1</sup>, 李英杰<sup>2</sup>

(1. 中国环境科学研究院水科学研究所, 100012, 北京)

(2. 中国矿业大学资源与安全工程学院, 100083, 北京)

**[摘要]** 以黑藻为例, 研究了壳聚糖对沉水植物黑藻生长的影响. 随机选取了经驯化培养后的黑藻顶枝, 分别植入壳聚糖浓度为 0%、0.05%、0.1% 和 0.2% 的 Hogland 溶液中, 进行生长实验, 结果显示壳聚糖能促进黑藻生长, 增加株高和湿重, 同时能促进根的生长, 并且以 0.1% 浓度的壳聚糖培养液效果最好, 壳聚糖还能促进叶绿素的合成, 并且 0.05%、0.1% 浓度的效果较好. 另将经不同浓度壳聚糖预处理后的植株置于黑白瓶中, 进行了壳聚糖影响黑藻光合能力的实验, 结果显示经 0.1% 浓度的壳聚糖预处理 24 h 后, 能显著提高总产氧量和净产氧量. 总之, 用适宜浓度的壳聚糖溶液培养或对沉水植物黑藻进行预处理, 能促进植株和根的生长发育, 增加植株的光合能力, 促进叶绿素的合成, 提示在进行湖泊生态修复过程中, 可利用适宜浓度的壳聚糖进行育苗, 适当加快沉水植物育苗周期, 提高湖泊沉水植物恢复的效率和效果.

**[关键词]** 黑藻, 壳聚糖, 生长, 生态修复

**[中图分类号]** Q948.8, **[文献标识码]** A, **[文章编号]** 1001-4616(2004)02-0074-03

## 0 引言

壳聚糖(Chitosan)是一种天然的植物生长调节剂, 能发根促茎, 调节作物生长, 增加作物的抗性, 提高作物的产量<sup>[1-3]</sup>. 在农业上, 因壳聚糖具有调节植物生长, 诱导植物抗病性等功能, 而受到许多学者的重视, 壳聚糖在西红柿、小麦、水稻、烟草、豌豆、梨树等农作物上得到了田间的实际应用. 用壳聚糖浸种小麦能增加分蘖, 增加产量. 徐本美等<sup>[4]</sup>研究表明, 壳聚糖可提高种子发芽率及活力, 李庆春等<sup>[5]</sup>用壳聚糖溶液浸种冬小麦, 粒籽产量提高 24.2%, 蛋白质含量提高 3.4%, 李宝英等<sup>[6]</sup>用壳聚糖拌种, 可降低大豆根腐病的发病率和病情指数, 防治效率达 42.6%~46.9%, 同时可促进大豆根系生长, 单株夹果数, 粒数, 粒重增加, 增产 11.7%. 总之, 壳聚糖能调节农作物的生长, 并提高作物抗病能力已得到确认, 但有关壳聚糖对水生植物生长的影响以及利用其在湖泊生态恢复方面的研究未见报道. 本文以黑藻为例进行壳聚糖对沉水植物生长的研究. 黑藻(*Hydrilla Verticillata* (L. f) Royle) 属于单子叶植物纲, 水鳖科, 黑藻属, 是一种主要的沉水植物, 主要生活在溪流或湖泊池塘等静水中.

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

黑藻购自花卉市场, 水溶性壳聚糖由浙江澳兴生物科技有限公司生产, 淡黄色片状, 羟化度 63.5%, 粘度为 50 mpa·s, pH 值 7.39.

### 1.2 壳聚糖溶液的配制

分别称取 1.0、2.0、4.0 g 水溶性壳聚糖, 将其溶解在 2 000 mL 的蒸馏水中, 得到 0.05%、0.1%、0.2% 的壳聚糖溶液.

### 1.3 黑藻的预处理与培养

黑藻于铺有湖泥的水槽培养驯化 2 周后, 取新鲜顶枝 1 g, 分别用 0.05%、0.1% 和 0.2% 的壳聚糖溶液浸泡 24 h, 以蒸馏水浸泡为对照, 进行黑藻初级生产力的实验, 每组设 3 个平行. 另随机选取经驯化培养后的黑藻顶枝(长度为 12 cm), 分别植入壳聚糖浓度为 0%、0.05%、0.1% 和 0.2% 的 Hogland 溶液中, 进行生

收稿日期: 2003-12-18.

基金项目: 国家重点基础研究发展规划项目(2002CB412307)、国家“十五”重大科技专项资助项目(2002AA601013).

作者简介: 许秋瑾, 女, 1970- , 博士, 中国环境科学研究院水科学研究所助理研究员, 主要从事湖泊生态学研究, E-mail: xu\_qiujin@yahoo.com.cn

长实验,培养 10 d 后测定株高,生物量和叶绿素含量,每组设 5 个平行。

## 1.4 实验方法

### 1.4.1 初级生产力的测定<sup>[7,8]</sup>

将经壳聚糖预处理后的植株置于黑白瓶中,用虹吸法注满培养液,黑瓶用黑色塑料布包裹,与白瓶一起置于光照强度为 5 000 lx,水温为 24℃ 的恒温水槽中,24 h 后取出进行溶解氧的测定,方法为碘量法,国标法<sup>[9]</sup>,用以下公式计算出每克黑藻在单位时间(h)内的产氧量,耗氧量(mg/(h·g)):

光合作用总产氧量 = (白瓶溶解氧量 - 黑瓶溶解氧量) × 实验瓶容量/时间

光合作用净产氧量 = (白瓶实验溶解氧 - 初始瓶溶解氧) × 实验瓶容量/时间

呼吸作用量 = (初始瓶溶解氧 - 黑瓶实验后溶解氧) × 实验瓶容量/时间

### 1.4.2 叶绿素测定<sup>[10]</sup>

取 1 g 叶片加 5 mL 蒸馏水,少量石英砂,碳酸钙进行研磨,再加 5 mL 蒸馏水混匀,吸取研磨液 2.5 mL,加入 96% 乙醇 10 mL,振荡,静置。将上清液(叶绿素提取液)于 665、649 nm 波长下测定消光度。(WFZ UV-2000 型紫外可见分光光度计,尤尼柯上海仪器有限公司)。叶绿素 a、b 的计算公式分别为:  $C_a = 13.95 D_{665} - 6.88 D_{649}$ ,  $C_b = 24.96 D_{649} - 7.32 D_{665}$ 。

## 2 结果

### 2.1 壳聚糖培养液对黑藻生长的影响

由图 1 可知,用壳聚糖溶液培养沉水植物黑藻,能促进黑藻生长,增加株高和湿重,同时能促进根的生长,综合各项指标可知 0.1% 浓度的壳聚糖培养液效果最好。

### 2.2 壳聚糖培养液对黑藻叶绿素含量的影响

由图 2 可知,沉水植物黑藻在含有 0.05% 和 0.1% 壳聚糖浓度的 Hogland 溶液中生长,其叶绿素合成量较高。

### 2.3 壳聚糖预处理对黑藻光合系统的影响

由图 3 可知,沉水植物黑藻经 0.1% 浓度的壳聚糖处理后,能显著提高其光合作用系统中的总产氧量和净产氧量,但不影响呼吸作用的耗氧量。

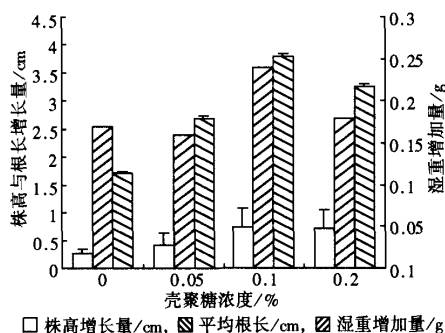


图 1 壳聚糖培养液对黑藻生长的影响

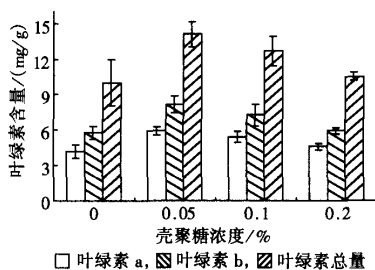


图 2 壳聚糖培养液对黑藻叶绿素合成的影响

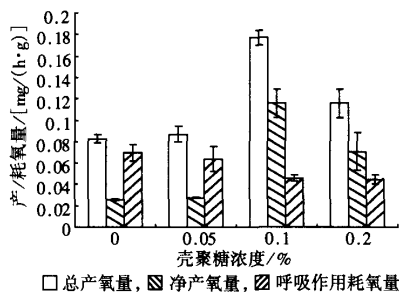


图 3 壳聚糖预处理对黑藻光合作用的影响

## 3 讨论

(1) 用适宜浓度的壳聚糖溶液培养水生植物黑藻能促进植株和根的生长发育,增加叶绿素的合成量,提示在进行湖泊生态修复过程中,可利用适宜浓度的壳聚糖进行育苗,适当加快沉水植物育苗周期。

(2) 由实验可知用壳聚糖处理黑藻顶枝能提高植物的总产氧量和净产氧量,并且 0.1% 浓度处理比 0.2% 浓度处理的效果更好,这在农业研究方面也有类似结果,冀宪领等<sup>[11]</sup>用不同浓度(0.5%、1.0%、1.5%、2.0%、2.5%、3.0%)的壳聚糖处理桑树种子,发现以 2.0% 浓度效果最好。可见以适宜浓度壳聚糖处理黑藻,能增加其光合作用的总产氧量和净产氧量,促进水生植物黑藻的生长。

(3) 在实验中发现以 0.05% 壳聚糖 Hogland 溶液连续培养时,对叶绿素合成影响最大,而 0.1% 浓度壳

聚糖溶液预处理对总产氧量和净产氧量的影响最大,原因是叶绿素合成量测试的实验是在壳聚糖 Hogland 溶液连续培养 10 d 后的测试结果,而产氧量的实验是壳聚糖溶液预处理仅 24 h 后的结果,提示如果用壳聚糖溶液连续培养时浓度可适当降低,而如果是壳聚糖种苗进行短期快速预处理可相应提高壳聚糖的浓度。

(4) 由实验发现利用壳聚糖处理水生植物黑藻的适宜浓度比农业上处理植物种子的浓度低,分析原因是种子都有比较坚硬的种皮,其对壳聚糖溶液的吸收率大大低于水生植物。而黑藻属于沉水植物,沉水植物具有这样的共性,它们的根不发达或无根,植物体的各部分都能吸收水分和养料<sup>[12]</sup>,所以在相同浓度下,沉水植物对壳聚糖的吸收率大于农作物的种子。

### [参考文献]

- [1] Arai K. Toxicity of chitosan[J]. Bull Tokai Reg Fish Res Lab, 1968, 56:89—95.
- [2] Hirano S. Chitosan as an ingredient for domestic animal feeds[J]. J Agric Food Chem, 1990, 38:1214—1217.
- [3] Osuji G O, Cuero R G. N-Carboxymethylchitosan enhancement of the storage protein contents of maize seeds[J]. Food Biotechnology, 1992, 6(2):105—126.
- [4] 徐本美,白克智,傅凯. 脱乙酰甲壳素对种子萌发的影响[J]. 种子, 1996, (3):50—52.
- [5] 李庆春,翁长仁,曹广才,等. 壳多糖溶液浸种对冬小麦籽粒产量和品质的影响[J]. 环境科学学报, 1991, 11(2):248—251.
- [6] 李宝英. 聚氨基葡萄糖防治大豆根腐病的初步研究[J]. 大豆科学, 1997, 16(3):269—273.
- [7] 陈开宁. 莼齿眼子菜的生物生态学研究及其在滇池生态修复中的应用[D]. 南京:中科院南京地理与湖泊研究所, 2003. 6.
- [8] 周红. 利用净产氧量对沉水植物生态阈值的研究[D]. 北京:北京大学, 1995.
- [9] 国家环境保护总局水和废水监测分析方法编委会, 编, 水和废水监测分析方法(第四版)[M]. 北京:中国环境出版社, 2002. 201—205.
- [10] 邹琦, 主编. 植物生理学实验指导[M]. 北京:中国农业出版社, 2000. 72—75.
- [11] 冀先领, 盖英萍. 壳聚糖对桑树种子萌发及幼苗生理生化特性影响的研究[J]. 蚕业科学, 2002, 28(3):1—5.
- [12] 颜素珠. 中国水生高等植物图说[M]. 北京:科学出版社, 1983.

## Effects of Chitosan on Growth of *Hydrilla Verticillata*

Xu Qiuji<sup>1</sup>, Yan Changzou<sup>1</sup>, Jin Xiangcan<sup>1</sup>, Liu Jin<sup>1</sup>, Li Yingjie<sup>2</sup>

(1. Chinese Research Academy of Environmental Sciences, Water Institute, 100012, Beijing, China)

(2. Department of Resources and Safety Engineering, China University of Mining and Technology, 100083, Beijing, China)

**Abstract:** The effects of chitosan on growth of *Hydrilla Verticillata* were studied. The tip of the *hydrilla verticillata* were chosen and planted in the Hogland with 0%, 0.05%, 0.1% and 0.2% chitosan. It shows that the Hogland culture with 0.1% chitosan can promote the growth of the *hydrilla verticillata*, increase the height, wet weight and the length of the root after ten days. The biomass of chlorophyll can be improved significantly in the Hogland with 0.05% or 0.1% chitosan. The result of the influence of different chitosan on photosynthesis shows that the total and net photosynthetic rate can be promoted by the treatment of 0.1% chitosan in 24 hours. It notifies that we can raise the young plant by appropriate concentration of chitosan, shorten the period of breeding, then improve the efficiency and effect of the submerged plant restoration in lakes.

**Key words:** hydrilla verticillata, chitosan, growth, restoration

[责任编辑:孙德泉]