

341-344

## 不同碳源对球孢鱼腥藻生长的影响

沈银武

利 群

朱家明

路景舒

王乾麟

(中国科学院水生生物研究所, 武汉 430072)

Q949.217

**提要** 本文研究了有机碳源和无机碳源对球孢鱼腥藻生长的影响, 结果表明: 有机碳源中葡萄糖以  $0.5-1.0 \mu\text{g/mL}$ 、蔗糖以  $5.0 \mu\text{g/mL}$  促进其生长效果最好; 无机碳源中, 碳酸钠以  $10.0-15.0 \mu\text{g/mL}$ 、碳酸氢钠以  $10.0 \mu\text{g/mL}$  效果最好。葡萄糖和蔗糖的浓度高低对球孢鱼腥藻叶绿素 a 的含量没有明显影响, 但前者略高于后者。碳酸钠和碳酸氢钠的浓度在  $5.0 \mu\text{g/mL}$  时均提高了叶绿素 a 含量。四种碳源都提高了球孢鱼腥藻的固氮活性, 有机碳源中蔗糖优于葡萄糖, 无机碳源中碳酸钠优于碳酸氢钠。

**关键词** 有机碳源, 无机碳源, 球孢鱼腥藻

鱼腥藻 (*Anabaena*) 是一种固氮蓝藻, 它具有独特的生物学能力, 能固定空气中分子态氮, 使其成为化合态氮, 并能进行光合作用——固定空气和水中的二氧化碳, 使其成为碳水化合物并放出氧气。固氮蓝藻属光自养型生物, 在低光强下, 光合作用效率下降, 同化二氧化碳能力减弱, 固氮活性降低, 因而影响生长速率。Adhikary 等报道固氮蓝藻——繁育拟韦斯藻 (*Westiellopsis prolifica*) 在光亮处比在暗处利用外源底物快<sup>[1]</sup>。有机底物的吸收和同化在相当大的程度上受光照、二氧化碳、底物外源水平和细胞膜渗透压的影响。在低光强下要提高鱼腥藻的生长, 必须提高光合作用效率或增加外源碳。鱼腥藻在室外大量培养或工厂化生产中, 往往因阴雨天气, 光强较低而降低产量。本研究采取在低光强下补充不同外源碳, 观察碳源对其生长率和固氮作用的影响, 为鱼腥藻工厂化生产提供了增产措施。

## 一、材料和方法

**藻种** 试验采用球孢鱼腥藻 HB 1017 (*Anabaena sphaerica* HB 1017) 进行试验。藻种由本所藻类学研究室生态组保藏和培养。

**培养** 采用水生“111”培养液<sup>[2]</sup>为基础培养基, 分别加入有机碳(葡萄糖和蔗糖, 浓度为  $0.5$ 、 $1.0$ 、 $2.5$  和  $5.0 \mu\text{g/mL}$ ) 和无机碳(碳酸钠和碳酸氢钠, 浓度为  $1.0$ 、 $5.0$ 、 $10.0$  和  $15.0 \mu\text{g/mL}$ ), 以基础培养基为对照进行对比试验, pH 为  $7.5$ , 重复 4 次。藻生长在盛有  $30\text{mL}$  培养液的  $50\text{mL}$  三角瓶中, 静置培养。温度  $24 \pm 1^\circ\text{C}$ , 用日光灯作光源, 光强为  $100\text{lx}$ 。光照时间为  $8\text{h}$ , 暗  $16\text{h}$ 。培养  $7\text{d}$  收获。

**测定** 生长用干重表示, 将收获的藻离心后, 于  $105^\circ\text{C}$  中烤干至恒重。叶绿素 a 采用丙

本文于 1991 年 11 月 5 日收到, 1992 年 3 月 26 日改回。

酮法提取<sup>[3]</sup>。固氮酶活性采用乙炔还原法测定<sup>[4]</sup>。

## 二、结 果

### (一)不同碳源对球孢鱼腥藻生长的影响

#### 1. 有机碳源

图 1 结果表明葡萄糖在 0.5—2.5  $\mu\text{g/mL}$  浓度下对球孢鱼腥藻生长有促进作用,并且以 0.5 和 1.0  $\mu\text{g/mL}$  时的效果最好,当浓度达到 5.0  $\mu\text{g/mL}$  时,则未能显示出促进生长的效果。蔗糖浓度在 0.5—5.0  $\mu\text{g/mL}$  时则都表现出了对生长有促进作用,且随浓度增加促进生长的效果显著。两种碳源相比较,后者优于前者。

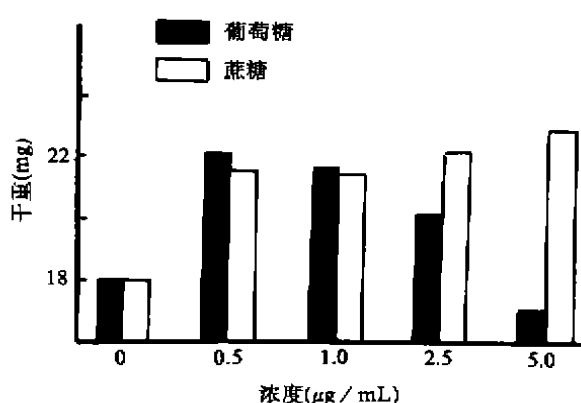


图 1 有机碳源对球孢鱼腥藻生长的影响

Fig. 1 Effects of glucose and sucrose on growth of *Anabaena sphaerica* HB 1017

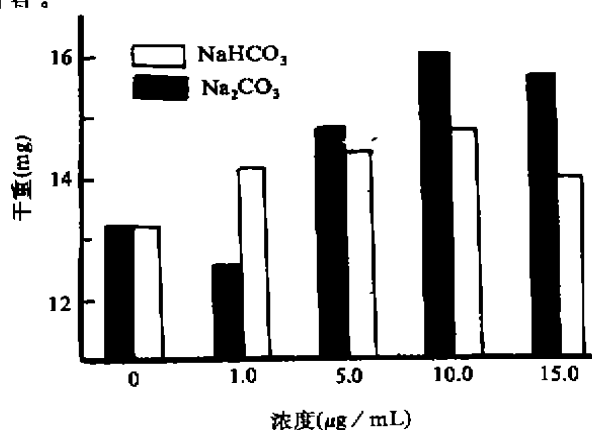


图 2 无机碳源对球孢鱼腥藻生长的影响

Fig. 2 Effects of  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  and  $\text{NaHCO}_3$  on growth of *Anabaena sphaerica* HB 1017

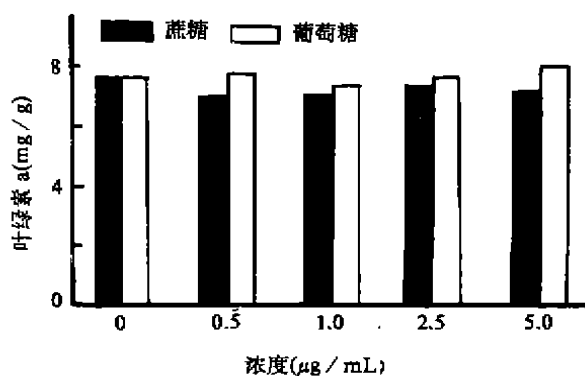


图 3 有机碳源对球孢鱼腥藻叶绿素 a 的影响

Fig. 3 Effects of glucose and sucrose on chlorophyll a *Anabaena sphaerica* HB 1017

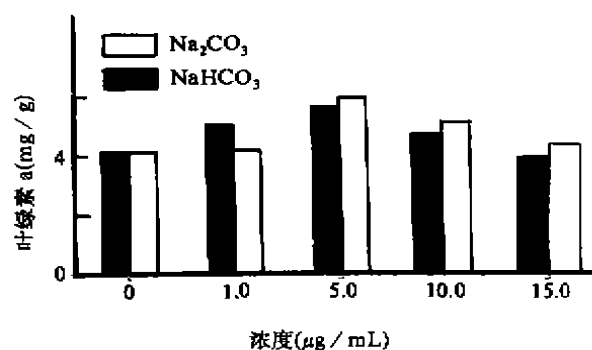


图 4 无机碳源对球孢鱼腥藻叶绿素 a 的影响

Fig. 4 Effects of  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  and  $\text{NaHCO}_3$  on chlorophyll a *Anabaena sphaerica* HB 1017

#### 2. 无机碳源

采用两种无机碳源试验结果(图 2)表明:碳酸钠和碳酸氢钠对球孢鱼腥藻的生长都有促进作用,并且都以 10.0  $\mu\text{g/mL}$  浓度效果最好。高于或低于此浓度时,效果均有所下降。两

种碳源相比较,碳酸钠促进球孢鱼腥藻生长的效果比碳酸氢钠更好。

### (二)不同碳源对叶绿素 a 含量的影响

叶绿素 a 测定结果表明,补充葡萄糖和蔗糖时,对球孢鱼腥藻藻体中叶绿素 a 的含量没有大的影响,且浓度高低对其影响的差别不大(图 3)。补充碳酸钠和碳酸氢钠两种无机碳源时,对球孢鱼腥藻叶绿素 a 含量的影响相差也不大,但碳源浓度在  $5.0 \mu\text{g/mL}$  时,叶绿素 a 的含量略高于其他浓度(图 4)。

### (三)不同碳源对固氮酶活性的影响

固氮酶活性测定结果表明,有机碳源和无机碳源都提高了球孢鱼腥藻的固氮酶活性。有机碳源中蔗糖高于葡萄糖,无机碳源中碳酸钠高于碳酸氢钠(图 5)。四种碳源相

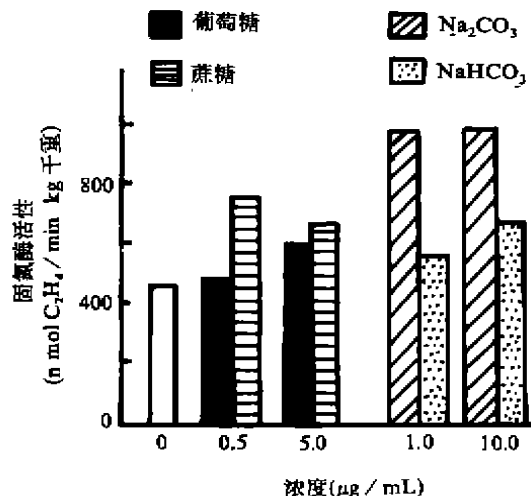


图 5 不同碳源对球孢鱼腥藻固氮酶活性的影响  
Fig. 5 Effects of different sources of carbon on nitrogenase activity of *Anabaena sphaerica* HB 1017

## 三、讨 论

鱼腥藻同其它固氮蓝藻一样,既能进行光合作用,又能进行固氮作用。它通过光合系统中的循环和非循环光合磷酸化作用获得能量和还原剂。它还可以通过自身的光合作用来解决固氮过程所需要的能量和还原剂,并通过固定氮和  $\text{CO}_2$  合成蛋白质和其他有机物质而进行生长繁殖。然而,这些过程受光所影响,在低光强下,由于光合作用效率低,它们不能很好地进行光自养生长,正常的生长繁殖受到了限制。在这种情况下补充有机底物——葡萄糖和蔗糖,通过光合磷酸化作用产生适当的 ATP,这种 ATP 能够提供有机底物转化作为所需的能量,从而使蓝藻能正常生长繁殖。固氮蓝藻的生长是光合作用、固氮作用与其他细胞过程紧密配合的结果<sup>[5]</sup>。某些蓝藻在光异养条件下维持最好的生长,可以产生较高的固氮活力。补充有机底物(葡萄糖和蔗糖)后球孢鱼腥藻生长和固氮作用提高,可能是由于光决定了葡萄糖脱氢酶的诱导作用,增强了葡萄糖脱氢酶在同化中所起的重要作用。本实验结果增加葡萄糖和蔗糖后提高生长率和固氮酶活性可以用上述机理来解释。Van Baalen 等报道,在暗光下葡萄糖明显提高了赖氏鞘丝藻(*Lyngbya lagerheimii*)的生长速率<sup>[6]</sup>。Dash 等研究表明蓝藻光异养生长外源底物葡萄糖的效果比蔗糖好<sup>[7]</sup>,从而本实验结果则与此不同,蔗糖的效果优于葡萄糖,与 Adhikary 等的研究结果相似<sup>[1]</sup>,这可能是固氮和非固氮的蓝藻之间以及固氮蓝藻各种属之间的不同所致。在低光强下光合作用和固氮作用降低,生长减弱,补充无机碳源(碳酸钠和碳酸氢钠)后,碳可以直接被藻体吸收利用从而进行正常的生长和固氮。所以,补充无机碳源后,球孢鱼腥藻的生长率和固氮酶活性都有明显提高。

以上结果为鱼腥藻室外大量培养或工厂化生产过程中,遇有阴雨天气光强较弱时,为提高其产量提供了措施。

## 参 考 文 献

- [1] Adhikary, S. P. et al., Growth response of *Wetzelopsis prolifica* Janet to organic substrates in light and dark. *Hydrobiologia*, 1979, 87(3): 241—247.
- [2] 黎尚豪. 固氮蓝藻作为水稻肥源的研究. 水生生物学集刊, 1981, 7(3): 417—423.
- [3] Hansman, E., Pigment analysis, In: Handbook of phycological methods: Culture method and growth measurements. Ed J. Stein, 1973, 359—368.
- [4] 何振荣等. 柱胞鱼腥藻固氮酶防氧呼吸保护. 水生生物学报, 1985, 8(4): 324—330.
- [5] Fogg, G. E., Nitrogen fixation, In: Physiology and Biochemistry of algae. Ed R. A. Lewin. Academic Press. New York. 1962, 164.
- [6] Van Baalen, C. et al, Heterotrophic growth of blue-green algae in dim light. *J. Bacteriology*, 1973, 105(3): 685—689.
- [7] Dash, P. I., On the heterotrophic growth of *Scytonema schmidtii*. *Phykos*, 1988, 27: 177—181.

## EFFECTS OF DIFFERENT CARBON SOURCES ON THE GROWTH OF *ANABAENA SPHAERICA*

Shen Yinwu Li Qun Zhu Jiaming Lu Jingshu Wang Qianlin  
(Institute of Hydrobiology, Academia Sinica, Wuhan 430072)

### Abstract

The effects of organic and inorganic sources on the growth of *Anabaena sphaerica* HB 1017 are studied. The result shows that in organic carbon sources, the most effective concentrations of glucose and sucrose are 0.5—1.0  $\mu\text{g/mL}$  and 5.0  $\mu\text{g/mL}$  respectively; while in the inorganic carbon sources, the most effective concentrations of sodium carbonate and bicarbonate are 10.0—15.0  $\mu\text{g/mL}$  and 10.0  $\mu\text{g/mL}$  respectively. The concentration of glucose or sucrose have no influence on the chlorophyll *a*, but *A. sphaerica* HB 1017 bit a little more chlorophyll *a* when cultured in medium containing glucose than in containing sucrose. Both sources carbonate and bicarbonate raise chlorophyll *a* at the concentration of 5.0  $\mu\text{g/mL}$ . All of the four carbon sources can enhance the nitrogen-fixing ability of *A. sphaerica* HB 1017, but in the organic carbon sources, sucrose has greater effect than glucose; while in the inorganic carbon sources, the effect of sodium carbonate is greater than that of sodium bicarbonate.

**Key words** Organic carbon sources, inorganic carbon sources, *Anabaena sphaerica*