

葡萄糖和乳糖对钝顶螺旋藻生长和色素含量的影响

郑江*

集美大学水产学院, 福建省高校水产科学技术与食品安全重点实验室, 福建厦门361021

摘要: 葡萄糖和乳糖能促进钝顶螺旋藻生物量的增加, 降低叶绿素a和类胡萝卜素含量, 但对藻胆蛋白含量的影响不显著。比较而言, 乳糖更有利于钝顶螺旋藻混养生物量的提高。

关键词: 葡萄糖; 乳糖; 钝顶螺旋藻; 异养生长; 色素含量

Effects of Glucose and Lactose on Growth and Pigment Contents of *Spirulina platensis* Nordst. Geitl.

ZHENG Jiang*

College of Fisheries, Jimei University, Key Laboratory of Science and Technology for Aquaculture and Food Safety in Fujian Province University, Xiamen, Fujian 361021, China

Abstract: Both glucose and lactose could increase the biomass of *Spirulina platensis* and reduce the contents of chlorophyll a and carotenoid, but have little influence on phycobiliprotein content. Compared with glucose, lactose was more suitable for the increase of *S. platensis* mixtrophic biomass.

Key words: glucose; lactose; *Spirulina platensis*; heterotrophic growth; pigment content

一般认为螺旋藻是光合自养生物。但有研究表明, 螺旋藻在光照条件下也可利用葡萄糖等有机物进行混合营养生长, 且生长率和细胞产量都有较大幅度的提高(Marquez等1993; Chen等1996), 而对光的依赖程度则大为下降(张义明等1996)。根据这一特点, 将富含大量有机物的食品加工废水作为培养液培养螺旋藻, 不仅能降低螺旋藻的生产成本, 还能净化污水, 减缓富营养化过程。因此, 人们相继开展了废水和废弃物培养螺旋藻的研究(岳振峰等1998; Phang等2000; Ogbonna等2000; 刘如冰等2000)。不同废水中有机物的种类和含量都不尽相同, 对螺旋藻生长的影响也有差异, 所以了解废水中各种有机物对螺旋藻混合营养生长的影响是有的。

葡萄糖和乳糖是食品工业废水(如乳制品废水、豆制品废水)中的常见成分, 其中葡萄糖还是螺旋藻高密度培养中常用的有机碳源, 它对螺旋藻的影响已有不少报道(Marquez等1993; Chen等1996; 张义明等1996)。但有关乳糖对螺旋藻生长影响的报道迄今尚未见到。本文以葡萄糖为参照碳源, 通过比较乳糖与葡萄糖这2种碳源对钝顶螺旋藻生长和色素含量的影响, 探讨乳糖对螺旋藻混合营养生长的作用, 旨在为螺旋藻的混

合培养研究提供参考。

材料与方法

钝顶螺旋藻(*Spirulina platensis* Nordst. Geitl.)藻种由厦门大学生命科学学院微藻实验室提供。培养液为简化的 Zarrouk 培养液(胡鸿均等2002)。实验方法如下: 从生长良好的同一母液中按1:3的比例进行接种, 在250 mL锥形瓶中形成100 mL藻液, 接种后的OD₅₆₀为0.55, 相应的藻浓度为0.25 g·L⁻¹。一组分别加入0.5、1.0、2.0和3.0 g·L⁻¹的葡萄糖, 另一组分别加入同样浓度的乳糖, 以不加任何物质为对照, 同时每组各设2个平行处理, 置于恒温光照培养箱中培养, 培养温度为28℃, 光照强度为76 μmol·m⁻²·s⁻¹(光源为日光灯), 光照周期(昼/夜)为12 h/12 h, 每天定时摇动锥形瓶3次, 并测OD₅₆₀值以观察其生长情况。培养8 d后收获, 测定螺旋藻的生物量、叶绿素a和类胡萝卜素含量以及藻胆蛋白相对含量。

收稿 2006-12-29 修定 2007-04-23

资助 集美大学科学研究基金(F01023)。

* E-mail: zhengjiang618@163.com; Tel: 0592-8959980

螺旋藻生物量采用干重法。用300目筛绢过滤后收获藻泥,在80℃恒温烘箱中烘干至恒重后用电子天平称重。

叶绿素a和类胡萝卜素的含量用李合生等(2000)书中介绍的方法测定。

藻胆蛋白的相对含量参考欧阳叶新等(2003)和郑江等(2004)文中的方法测定。

用t检验函数对数据进行统计分析,差异显著水平为5%。

实验结果

1 葡萄糖对钝顶螺旋藻生长和色素含量的影响

从图1可以看出,随着葡萄糖浓度的增加,螺旋藻的干重逐步提高,葡萄糖浓度大于1 g·L⁻¹后达显著水平($P < 0.05$),葡萄糖浓度为2~3 g·L⁻¹时的生物量较高(但2和3 g·L⁻¹间无显著差异),说明葡萄糖能促进螺旋藻生物量的合成。随着葡萄糖浓度的增加,螺旋藻中的叶绿素a和类胡萝卜素的含量都呈明显下降趋势,葡萄糖大于1 g·L⁻¹后变化达显著水平($P < 0.05$);但藻胆蛋白的含量未出现明显变化。说明葡萄糖的加入不利于螺旋藻中叶绿素a和类胡萝卜素的合成,但对藻胆蛋白并未产生显著影响。

另外,图1还表明,伴随着螺旋藻干重的增加,与螺旋藻光合自养生长相关的光合色素含量并没有相应增加,甚至叶绿素a和类胡萝卜素等光合色素的含量还出现明显的下降,即出现光合

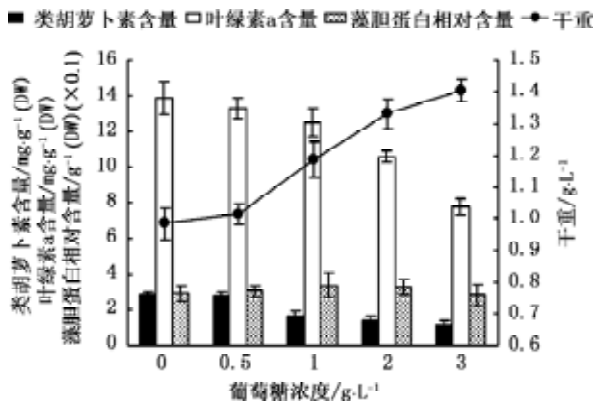


图1 不同浓度葡萄糖对钝顶螺旋藻生长和色素含量的影响
Fig.1 Effects of different concentrations of glucose on the growth and pigment contents of *S. platensis*

色素含量变化与干重变化相背离的现象。

2 乳糖对钝顶螺旋藻生长和色素含量的影响

乳糖对钝顶螺旋藻的影响与葡萄糖相类似。图2显示,随着乳糖浓度的增加,螺旋藻的干重也稳步增加,乳糖浓度大于1 g·L⁻¹后达显著水平($P < 0.05$);而叶绿素a和类胡萝卜素含量都呈现出明显下降的趋势,乳糖浓度大于0.5 g·L⁻¹后也达显著水平($P < 0.05$);但藻胆蛋白含量并未出现明显降低。同时,干重与色素也呈现出相背离的现象。这说明乳糖的加入有利于螺旋藻生物量的增加,但不利于螺旋藻中叶绿素a和类胡萝卜素的合成,而对藻胆蛋白合成的影响也不大。

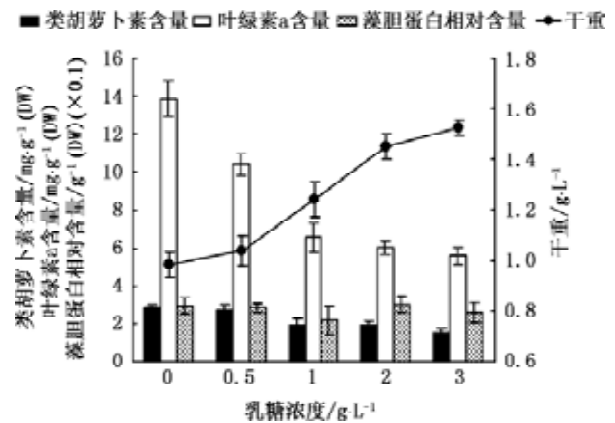


图2 不同浓度乳糖对钝顶螺旋藻生长和色素含量的影响
Fig.2 Effects of different concentrations of lactose on the growth and pigment contents of *S. platensis*

3 不同碳源对钝顶螺旋藻生长和色素含量的影响比较

从图3可以看出,3种碳源中添加乳糖的、混合营养生长的螺旋藻干重最高,其次为加葡萄糖的,而只加入NaHCO₃、完全自养生长的螺旋藻干重最低。图3还显示,只加NaHCO₃的螺旋藻的叶绿素a和类胡萝卜素含量都是最高的;而加乳糖的螺旋藻的叶绿素a含量最低,类胡萝卜素的含量与加葡萄糖的无显著差异,但明显低于只加NaHCO₃的。三者之间的藻胆蛋白含量无明显差别。因此,从总体上讲,只加NaHCO₃、营光合自养的螺旋藻色素含量最高,加乳糖、营混合营养生长的色素含量最低,加葡萄糖的则介于二者之间。比较这3种碳源对螺旋藻干重和色

素含量的影响,也观察到干重增加、而色素含量下降的背离现象。

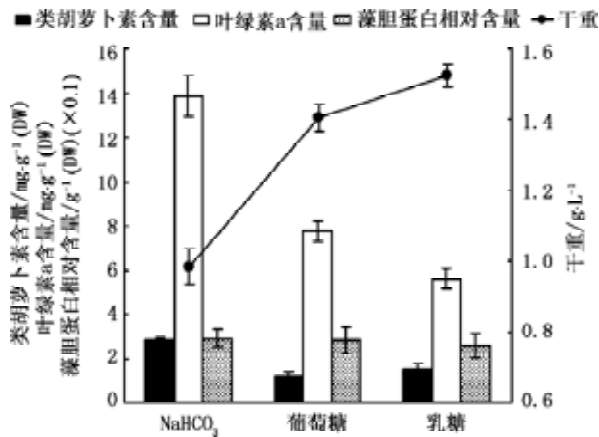


图3 三种最佳生长的碳源浓度下钝顶螺旋藻的生长和色素含量比较

Fig.3 Comparison of growth and pigment contents of *S. platensis* at three carbon source concentrations

讨 论

葡萄糖等有机碳源对螺旋藻等藻类的生物量和色素含量会产生完全不同的影响,通常是生物量增加,但光合色素含量和光合效率却出现明显的下降(张义明等 1998; Stadnichuk 等 1998; 胡晗华和高坤山 2006)。这一背离现象可能与葡萄糖等有机物在螺旋藻体内的代谢有关。有报道认为,螺旋藻在利用葡萄糖过程中会产生一些不利于螺旋藻生长的有机副产物(曹健和高孔荣 1997; Parsgikov 1976),而微生物中普遍存在的葡萄糖抑制效应也是由于其代谢中间产物对微生物的抑制作用造成的。因此,螺旋藻在利用葡萄糖进行混合营养生长过程中,有可能会形成一些代谢中间物抑制其光合色素的合成。

迄今,尚未见到有关螺旋藻利用乳糖进行混合营养生长的研究报道。尽管乳糖对色素的影响不如葡萄糖,但其总生物量仍比葡萄糖的高,说明乳糖更有利于螺旋藻的混合营养生长,有利于

其混养生物量的提高。

参考文献

- 曹健,高孔荣(1997). 无机碳源和有机碳源的相对含量和相互作用对螺旋藻混合营养生长的影响. 食品科学, 18 (12): 6~9
- 胡晗华,高坤山(2006). CO₂对微拟球藻(*Nannochloropsis* sp.)利用有机碳和光合作用的影响. 植物生理学通讯, 42 (4): 633~637
- 胡鸿均,郑怡,陈启发(2002). 螺旋藻——养殖原理·技术·应用. 北京: 中国农业出版社, 4~8
- 李合生,孙群,赵世杰,章文华(2000). 植物生理生化实验原理和技术. 北京: 高教出版社, 134, 186
- 刘如冰,马金才,马维琦,陈甫华,陈天乙(2000). 乳品厂污水养殖螺旋藻的研究. 海洋通报, 19 (1): 68~72
- 欧阳叶新,施定基,黄开耀,梁承邨,胡鸿钧(2003). 鱼腥藻 7120 响应 NaCl 胁迫的光合特性. 水生生物学报, 27 (1): 74~77
- 岳振峰,高建华,吴晖,高孔荣(1998). 废水养殖螺旋藻研究进展. 海洋通报, 17 (5): 88~92
- 张义明,陈峰,郭祀远(1996). 混合营养培养中光照强度及有机碳源对 *Spirulina platensis* 生长率的作用. 贵州工学院学报, 25 (4): 82~89
- 张义明,邱树毅,袁建平(1998). 钝顶螺旋藻在不同培养条件下的生长及其色素含量. 贵州工业大学学报, 27 (4): 87~90
- 郑江,杨明晖,黎中宝(2004). 谷氨酸钠对钝顶螺旋藻生长和色素的影响. 集美大学学报(自然版), 9 (2): 105~109
- Chen F, Zhang YM, Guo SY (1996). Growth and phycocyanin formation of *Spirulina platensis* in photoheterotrophic culture. Biotechnol Lett, 18: 603~608
- Marquez FJ, Sasaki K, Kakizono T, Nishio N, Nagai S (1993). Growth characteristics of *Spirulina platensis* in mixotrophic and heterotrophic conditions. J Ferment Bioeng, 76 (5): 408~410
- Ogbonna JC, Yoshizawa H, Tanaka H (2000). Treatment of high strength organic wastewater by a mixed culture of photosynthetic microorganisms. J Appl Phycol, 12: 277~284
- Parsgikov VN (1976). Variability of fatty acid composition in some blue-green alga lipids in relation to illumination conditions and carbon nutrition. Ukr Bot Zh, 33 (6): 578~581
- Phang PM, Miah MS, Yeoh BG, Hashim MA (2000). *Spirulina* cultivation in digested sago starch factory wastewater. J Appl Phycol, 12: 395~400
- Stadnichuk IN, Rakhimberdieva MG, Bolychevtseva YV, Yurina NP, Karapetyan NV, Selyakh IO (1998). Inhibition by glucose of chlorophyll a and phycocyanobilin biosynthesis in the unicellular red alga *Galdieria partita* at the stage of coproporphyrinogen III formation. Plant Sci, 136: 11~23