



首届致远学术节 学生科研成果展示

氮胁迫对蛋白核小球藻 (*Chlorella pyrenoidosa*) 糖脂累积的影响

第三期 生命科学技术学院“理科基地项目-本科生科研训练”项目

指导教师：缪晓玲（生命科学技术学院） 项目学生：沈舟远（2014级致远学院生命科学方向）

项目执行时间：2015年3月-2016年12月

摘要

微藻因其生长简单，生物产量高，易通过环境条件改变其生化组分等优点，在工业上的应用开发日益得到关注。糖脂在食品、医药等领域研究前景广阔，而微藻光合膜上糖脂含量丰富，可探索其作为糖脂生成器的潜力。本课题以蛋白核小球藻 (*Chlorella pyrenoidosa*) 作为研究对象，通过改变其生长环境中氮元素的浓度产生胁迫，有效地提高了其生长及总脂和糖脂含量。实验表明，在 NaNO_3 浓度为 0.3 g L^{-1} 时，蛋白核小球藻的最大生物量为 1.56 g L^{-1} ，是氮充足时的1.27倍，此时糖脂产率最高，可达 $20.09 \text{ mg L}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ，是氮充足时的1.48倍。对氮胁迫下的糖脂组分分析发现， $0.3 \text{ g L}^{-1} \text{ NaNO}_3$ 浓度的氮胁迫会导致双半乳糖甘油二酯 (DGDG) 和硫代异鼠李糖甘油二酯 (SQDG) 的含量的上升。综合以上结果，我们认为氮胁迫可能是提高蛋白核小球藻糖脂累积的一个有效途径。

关键词 氮元素 胁迫 蛋白核小球藻 糖脂

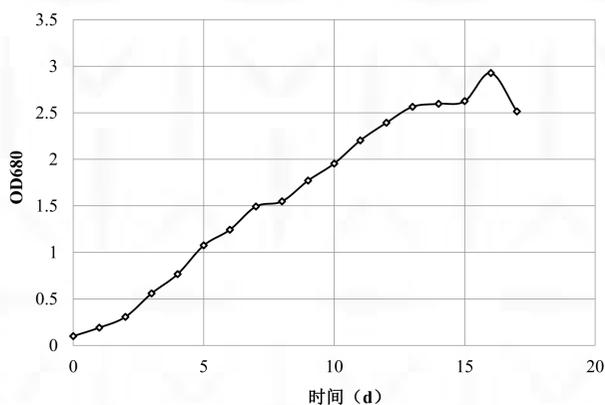


图1 蛋白核小球藻及其生长曲线

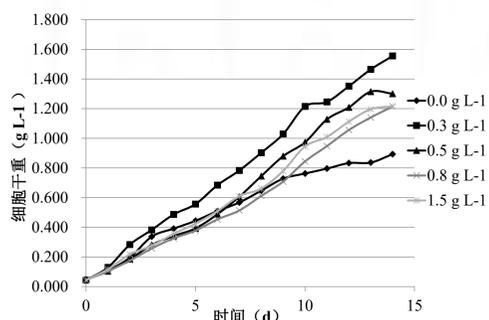


图2 蛋白核小球藻在不同 NaNO_3 浓度条件下的生长情况

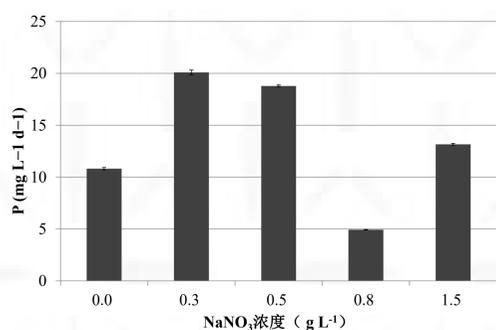
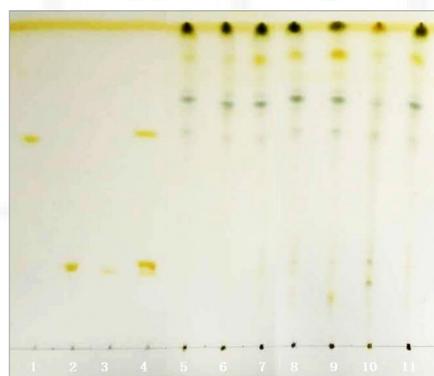


图3 蛋白核小球藻在不同 NaNO_3 浓度条件下糖脂产率的情况



1: 单半乳糖二酰甘油酯 (MGDG) 标准品
2: 双半乳糖甘油二酯 (DGDG) 标准品
3: 和硫代异鼠李糖甘油二酯 (SQDG) 标准品
4: 1,2,3的混合
5-7: 1.5 g L^{-1} 的 NaNO_3 浓度下培养14天的藻的油脂
8-11: 0.3 g L^{-1} 的 NaNO_3 浓度下培养14天的藻的油脂

图4 不同氮浓度条件下培养14天的蛋白核小球藻的油脂薄层析结果

研究背景

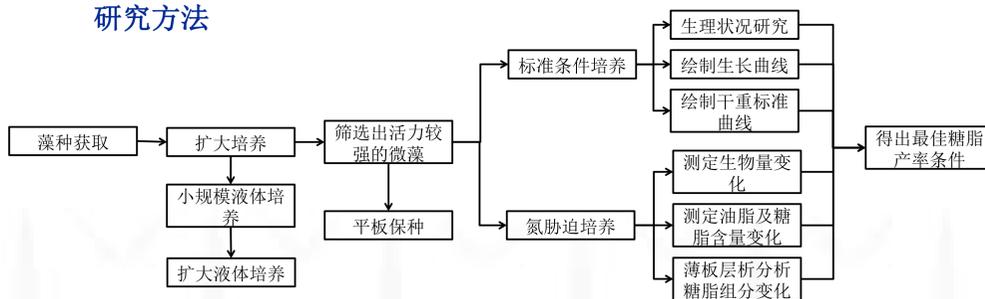
微藻是一类在陆地、海洋分布广泛，营养丰富、光合利用度高的自养植物，约占全球三万多种藻种的70%。微藻细胞代谢产生多种生物活性物质，如油脂、多糖、蛋白质、色素等，这使其在食品、医药、液体燃料等领域具有很好的开发前景。目前，各国逐渐加大对微藻的研究力度。尤其是微藻能作为生产生物柴油、各种重要保健品等的原料而得到广泛的重视。糖脂作为生物体重要的活性成分，也对现代社会有着很大的作用，目前已经从动物、植物、微生物中提取出了能够很好的应用于食品、医药等方面的糖脂。但是，提取的糖脂种类仍很少，含量仍很低。

现有的研究表明，氮浓度对微藻细胞的生长、活性物质的累积有影响。当氮充足时，微藻细胞可合成较多的蛋白质，促进细胞的分裂和增长。氮缺乏则严重影响了微藻细胞叶绿素的合成和光合作用的进行，可能会引起光合膜脂成分的变化。

研究目的

本课题希望通过改变微藻生长环境中氮浓度的含量来提高微藻的糖脂产量。先前的研究发现氮胁迫下微藻的糖脂含量会提高，但氮浓度过低又会对微藻生长造成影响，因此我们希望找到一个平衡点，从而更好地服务生产。

研究方法



实验结果及结论

蛋白核小球藻的生长会受到氮胁迫的影响。与氮充足的情况相比，受到氮胁迫后蛋白核小球藻的生长有不同程度的变化，在氮元素完全缺乏的情况下，最大生物量降至氮充足的72%。但蛋白核小球藻对氮胁迫的耐受性较好， NaNO_3 浓度为 0.3 g L^{-1} 时最大生物量是氮充足时的1.27倍。

在氮胁迫下小球藻的油脂及糖脂含量也受到了影响。 NaNO_3 浓度为 0 g L^{-1} 时油脂含量最高，可达细胞干重的41.77%；而 NaNO_3 浓度为 0.5 g L^{-1} 时糖脂含量最高，可达细胞干重的20.22%。

氮胁迫下小球藻的糖脂产率也有提高。通过氮胁迫培养，细胞糖脂含量最大可增加33%。经过换算，蛋白核小球藻在 NaNO_3 浓度为 0.3 g L^{-1} 糖脂产率最高，是氮充足时的1.48倍。

定性测定发现，氮胁迫会使小球藻的糖脂组成产生变化。 $0.3 \text{ g L}^{-1} \text{ NaNO}_3$ 浓度的氮胁迫下蛋白核小球藻的糖脂组分中单半乳糖二酰甘油酯 (MGDG) 变化不大，双半乳糖甘油二酯 (DGDG) 和硫代异鼠李糖甘油二酯 (SQDG) 的含量明显增加，推测是蛋白核小球藻应对氮缺乏的抗逆反应之一。

发表论文: Xin Wang, Zhouyuan Shen, Xiaoling Miao*. Nitrogen and hydrophosphate affects glycolipids composition in microalgae. *Scientific Reports*, 6, 30145; doi: 10.1038/srep30145 (2016)

个人信息：2014级，生命科学
邮箱：5140809072@sjtu.edu.cn