

螺旋藻多糖的组成与功能及影响藻类多糖生成的因素

THE COMPOSITION AND FUNCTIONS OF SPIRULINA POLYSACCHARIDES AND FACTORS AFFECTING THE PRODUCTION OF ARGAL POLYSACCHARIDES

孙建光 谢应先 陈婉华

(中国农科院土肥研究所 北京 100081)

1 螺旋藻多糖的保健功能

螺旋藻利用光能经光合作用同化 CO₂, 利用无机氮源合成藻体蛋白质, 光能转化率高达 18%, 光合效率为 43%。螺旋藻含有丰富的蛋白质和多种维生素, 尤其是含具有特殊生理作用的螺旋藻多糖。螺旋藻多糖能够促进蛋白质合成, 增强免疫功能, 抑制和杀伤肿瘤细胞, 而且有显著的抗辐射作用, 放、化疗病人食用螺旋藻后, 能使白细胞、红细胞、血小板及血色素恢复正常并维持稳定, 有缓解射线对骨髓细胞增殖的抑制作用。Belay, A. 等, Gonzalez, D. R. C. 等, Hayashi, K. 等及 Venkataraman, L. V. 等^[3]实验表明, 螺旋藻多糖可使患 NIH 急性放射病小鼠存活率提高近一倍。

2 螺旋藻多糖的组成

庞启深等(1989)分离提纯了螺旋藻多糖, 并测定了它的理化性质。螺旋藻多糖是水溶性胞内多糖, 分子量 12 590, 组成为 D-甘露糖、D-葡萄糖、D-半乳糖和葡萄糖醛酸, 相对含量分别为 30.9%, 29.8%, 22.7% 和 16.5%。红外光谱和核磁共振谱分析都证明分子结构中的糖苷键为 α 型。

Filalimouh, R. 等(1993)认为, 钝顶螺旋藻 (*Spirulina platensis*) 分泌的水溶性多糖为初级代谢产物, 它由 10 种不同的单体组成, 包括 6 种中性糖: 木糖、鼠李糖、岩藻糖、半乳糖、甘露糖和葡萄糖, 比例为 1.3: 0.3: 0.7: 2.7: 微量: 2; 两种未知糖; 以及两个尿酸和硫酸基团, 分别占到了分子量的 40% 和 5%。这种多糖表现出非牛顿性以及源于分子多电解性的强烈的假塑性。

3 影响藻类多糖生成的因素

作为联合国粮农组织推荐的健康食品, 近年来螺旋藻受到了人们的极大欢迎, 我国已经建成螺旋藻养殖场 30 多家, 年产干藻粉达 300 t, 国家科委还专门成立了螺旋藻科研及生产管理协调小组。螺旋藻多糖的医疗保健作用受到了人们的普遍承认, 它被研制成了多种保健产品, 如保健护肤品, 保健食品等, 并且已经被提纯, 做成免疫针剂应用于临床。目前国内、国际市场对螺旋藻多糖需求量很大, 每公斤售价高达 10 000 多元, 但是由于许多基础性研究工作没有展开, 对螺旋藻产生多糖的有效条件尚不清楚, 致使螺旋藻多糖的生产实践缺乏理论指导, 生产实际中不是控制生产条件来提高螺旋藻多糖的含量, 而是以螺旋藻的生物量作为唯一的生产指标, 产品中多糖的含量仅为螺旋藻干重的 1%, 螺旋藻多糖的收率也只有干藻粉的 0.7%, 产量远远不能满足市场需求。

从收集到的文献资料来看, 国内外学者对螺旋藻多糖的研究多集中在多糖的组成、结构分析, 动物实验, 医疗效果试验等几个方面, 涉及影响螺旋藻多糖产生因素的研究则很少见到, 关于其他藻类多糖的研究则有文献报道。

很多研究表明, 硝酸盐是多糖合成的限制因素, 同时也是其他几种微藻: 紫球藻 *Porphyridium* sp. UTEX637、小衣藻 *Chlamydomonas mexicana* UTEX 570 和小球藻 *Chlorella* 的生长限制因子。事实上, 氮素缺乏引起光合色素减少, 光合效率降低。微藻对氮素饥饿的反应是自身含氮大分子的降解, 从而导致细胞氮素含量的显著降低和碳水化合物(诸如多糖)和

收稿日期: 1997-04-10

脂类的积累。Adda 等人指出,培养液中硝酸盐的耗尽使紫球藻处在一个被固定的生理状态,因而多糖产量增加,小衣藻胞外多糖的合成依赖于细胞的生理状态,而细胞的生理状态正是由系统中的氮素含量来控制的。Lopi 等人研究了氮源对丛粒藻 *Botryococcus braunii* UC58 多糖的影响^[2],结果表明,当以硝酸盐作氮源时,经过 14 d 的连续培养,多糖的产量可达 2.5 g/L;以氨或尿素作氮源时,多糖的产量显著降低。硝酸钾是产生多糖最好的氮源,不同的硝酸盐浓度对多糖的生成影响很大,以 2 mmol/L KNO_3 产生的多糖浓度最大。

对隐球藻 *Aphanocapsa halophytia*^[1]多糖的研究表明,氮源硝酸钠对多糖的产量影响最大,随着硝酸钠浓度的增加多糖和生物量浓度都急剧增大,当硝酸钠浓度增至 100 mg/L 时,生物量达到最高峰,以后随硝酸钠浓度增大生物量迅速降低;多糖是在硝酸钠浓度增至 200 mg/L 时,达到最高峰 10 $\mu\text{g}/\text{mg}$ 干细胞,以后随硝酸钠浓度增大多糖浓度趋于稳定。 NaCl 对细胞形态和数量的影响在 3% ~ 12% 的范围内不显著;但对多糖的影响极显著, NaCl 浓度为 3% 时多糖达到 40 $\mu\text{g}/\text{mg}$ 干细胞, NaCl 大于 4% 时,多糖降至

20 $\mu\text{g}/\text{mg}$ 干细胞以下。隐球藻多糖的合成也受到磷酸盐的控制,当磷酸盐浓度升到 40 mg/L 时,效果最好。隐球藻多糖由鼠李糖,甘露糖、岩藻糖、半乳糖、木糖和葡萄糖组成,岩藻糖占到总糖的 53%,另外硫酸残留物占总重的 11.9%,蛋白质占总重的 10.3%。

培养条件对藻多糖的形成影响很大,丛粒藻在不同的光照条件下藻多糖的含量不同,连续光照无论在生物量还是多糖的产量上都明显高于黑暗与光照交替进行的处理^[2]。对于丛粒藻多糖产生的适宜温度,Lupi(1991)做了详细报道。从上述资料可以看出,如能以螺旋藻多糖作为指标,系统地研究藻种、氮源、无机盐类及培养条件等因素对螺旋藻多糖的影响,这将是一项很有意义的工作。

主要参考文献

- 1 Hiroaki Sudo. *Curr. Microbiol.*, 1995, 30: 219~ 222
- 2 Lupi, F. M. *et al.*. *Enzyme Microb. Technol.*, 1994, 16: 546~ 550
- 3 Venkataraman, L. V. *et al.*. *J. of Food Sci. and Technol. Mysore.*, 1994. **31**(5): 430~ 432