

研究简报

聚球藻 (*Synechococcus leopoliensis* 625)

藻胆体-类囊体膜光谱特性和光
能传递的研究*

路荣昭 王淑芝

(中国科学院植物研究所, 北京 100044)

关志英 张正东

(中国科学院研究生院, 北京 100039)

STUDIES ON THE SPECTROSCOPIC PROPERTIES AND
ENERGY TRANSFER OF PHYCOBILISOME-THYLAKOID
OF *SYNECHOCOCCUS LEOPOLIENSIS* 625

Lu Rong zhao and Wang Shu zhi

(Institute of Botany, Academia Sinica, Bei Jing. 100044)

Guan Zhiying and Zhang Zhengdong

(Graduate school, Chinese Academia Sinica)

关键词 藻胆体, 藻胆蛋白, 类囊体, 能量传递, 聚球藻

Key words Phycobilisome, Phycobiliprotein, Thylakoid, Energy transfer,
Synechococcus leopoliensis 625

聚球藻 (*Synechococcus leopoliensis* 625) 属于蓝藻。在蓝藻的光合膜(类囊体)的外表面排列着许多藻胆蛋白的大分子聚集体——藻胆体。藻胆体的主要功能是捕获并将已捕获的光能传递给类囊体膜上的叶绿素 a 进行光合作用。藻胆体是由藻胆蛋白和连接多肽(linker polypeptide)所组成, 它们都是亲水性, 因此在分离蓝藻类囊体膜时, 藻胆体极易解离和丧失。过去研究蓝藻类囊体膜时只注意分离具有高光化学活性的类囊体膜而未曾考虑如何保持类囊体膜上的藻胆体的完整性。

Gantt 等用高浓度磷酸缓冲溶液分离出完整的红藻和蓝藻藻胆体^[1,4]。Katoh 和 Gantt 于 1979 年首先采用 SPC 溶液(0.5mol/L 蔗糖, 0.5mol/L 磷酸盐和 0.3mol/L 柠檬酸, pH7)成功分离出多变鱼腥藻 (*Anabaena variabilis*) 藻胆体-类囊体膜^[5]。Dilworth 和 Gantt 于 1981 年分离出紫球藻 (*Porphyridium cruentum*) 藻胆体-类囊体膜^[2]。但是到现在未见报道有关此种聚球藻藻胆体-类囊体膜的研究。近年来我们分离了聚球

* 国家自然科学基金资助项目
1990 年 7 月 9 日收到。

藻胆体-类囊体膜并研究了它的光谱特性和光能传递。

材料与方 法

实验材料 聚球藻 (*Synechococcus leopoliensis* 625) 由中国科学院水生生物所供给。在 1L 锥形瓶中培养, 采用 BG-11 培养基^[1], 以日光灯连续照光, 于 25—30℃ 培养, 7 天后收集藻体。

藻胆体-类囊体膜的制备 取 1g 鲜重藻体, 用 SPC 溶液 (0.5mol/L 蔗糖 0.5mol/L 磷酸钾和 0.3mol/L 柠檬酸钠, pH7) 洗两次, 然后悬浮在 20ml SPC 溶液中。用 CPS-1 型超声波粉碎机在冰浴中破碎细胞 20min (每次破碎 2min, 间隔 5min 以防止温度过高)。离心用日立 20PR-520 离心机, 0℃, 2000rpm, 20min。取上清液再离心 0℃, 10000rpm, 20min。将得到的藻胆体-类囊体

膜的沉淀悬浮在 SPC 溶液中, 放在冰箱 4—6℃ 待用。

叶绿素 a 测定 采用参考文献 [1] 方法测定。

吸收光谱测定 用岛津 UV-3000 双波长双光束分光光度计测定。

荧光发射光谱测定 用日立 MPF-4 型荧光分光光度计测定室温和液氮温度荧光发射光谱, 激发狭缝为 10nm, 发射狭缝为 5nm, 波长误差为 ± 1 nm。

结果与讨论

(一) 吸收光谱 在聚球藻藻胆体-类囊体膜吸收光谱中, 在 400—700nm 之间有 5 个峰, 它们分别位于 420nm, 438nm, 490nm, 624nm 和 678nm。420nm 和 438nm 是叶绿素 a 蓝区吸收峰。490nm 是类胡萝卜素吸收峰。624nm 是藻

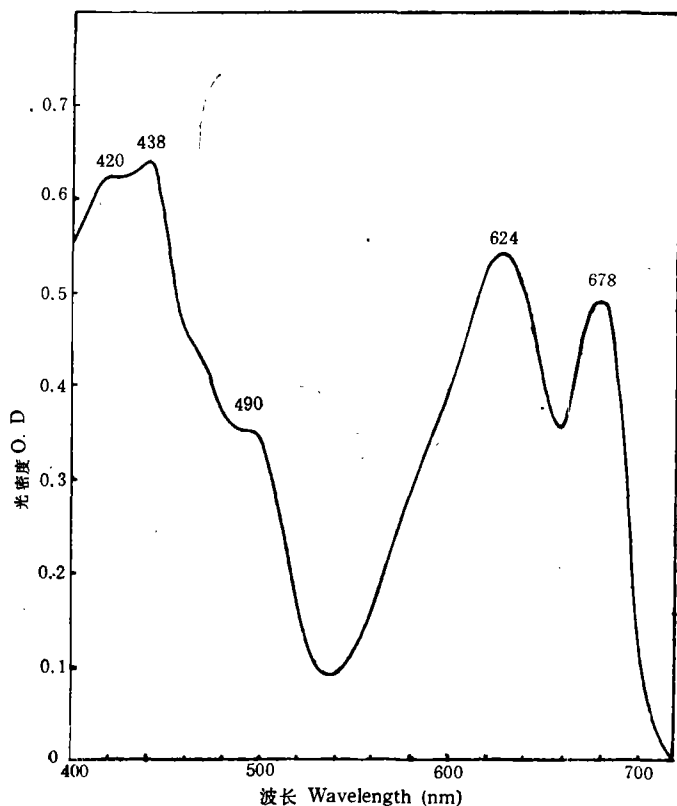


图 1 聚球藻藻胆体-类囊体膜的吸收光谱

Fig. 1 The absorption spectrum of phycobilisome-thylakoid membrane of *Synechococcus leopoliensis* 625

胆体中 C-藻蓝蛋白的吸收峰。678nm 是叶绿素 a 的红区吸收峰。吸收光谱说明此制备物含有藻胆体和类囊体。624nm 吸收峰高于 678nm 吸收峰,说明在单位类囊体膜上含有丰富的藻胆体。当制备过程中藻胆体丢失严重时,则 624nm 峰高下降并低于 678nm (图 1)。

(二) 室温荧光发射光谱 用 580nm 波长光激发藻胆体-类囊体膜中藻胆蛋白时有二个荧光峰,一个位于 658nm,另一个位于 680nm。前者属于藻胆蛋白的荧光,后者属于叶绿素 a 的荧光。这说明当用 580nm 光激发藻胆蛋白时,它能将已捕获的光能传递给类囊体膜上的叶绿素 a。而 680nm 相对荧光峰高于 658nm 相对荧光峰,表明藻胆体能将已捕获的大部分光能传递给类囊体膜上的叶绿素 a。在有的制备物中 658nm 高于 680

nm,这说明光能从藻胆体向类囊体膜传递效率较低。当用 436nm 波长光激发藻胆体-类囊体膜上叶绿素 a 时,只有一个峰,它位于 680nm,这是叶绿素 a 的荧光,没有藻胆蛋白的荧光,这说明叶绿素 a 捕获的光能不能逆传递给藻胆体中藻胆蛋白 (图 2)

(三) 液氮温度发射光谱 当用 580nm 波长光激发时,在 77K 荧光发射光谱中出现 4 个峰,它们分别位于 650nm,686nm,695nm 和 717nm。前二者属于藻胆蛋白的荧光,后二者属于叶绿素 a 的荧光。当用 436nm 波长光激发时,只有叶绿素 a 荧光峰,它们位于 695nm 和 717nm。没有藻胆蛋白荧光峰。此结果同样说明藻胆蛋白捕获的光能能传递给类囊体膜上叶绿素 a,而叶绿素 a 捕获的光能不能逆传给藻胆蛋白 (图 3)。

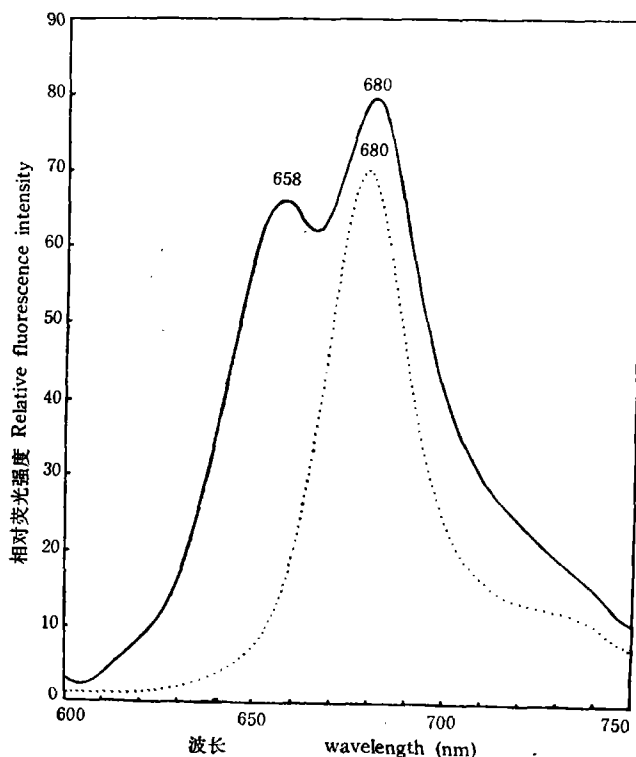


图 2 聚球藻藻胆体-类囊体膜在不同激发波长时的室温荧光发射光谱

Fig. 2 The room temperature fluorescence emission spectra at different exitation wavelength of phycobilisome-thylakoid membrane of *Synechococcus leopoliensis* 625

— $\lambda_{ex} = 580nm$ $\lambda_{ex} = 436nm$

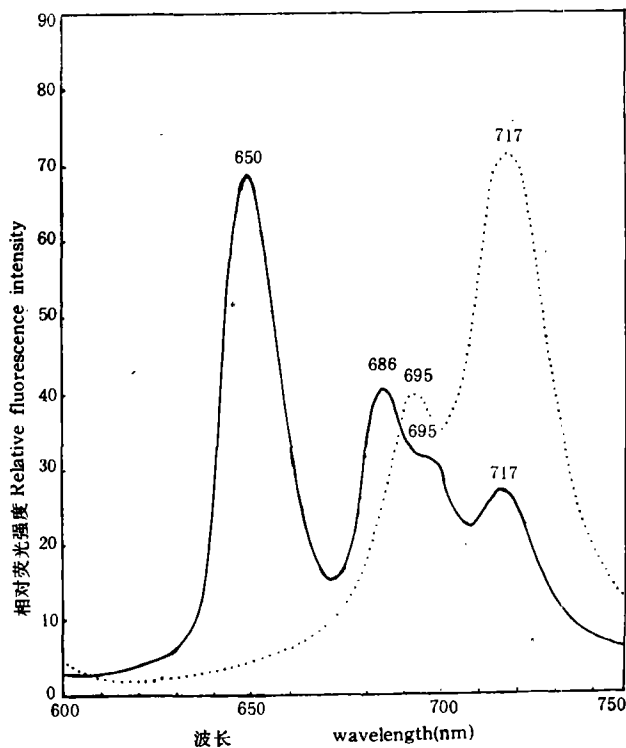


图 3 聚球藻藻胆体-类囊体膜在不同激发波长时的液氮温度荧光发射光谱

Fig. 3 The liquid nitrogen fluorescence emission spectra at different excitation wavelength of phycobilisome-thylakoid membrane of *Synechococcus leopoliensis* 625

— $\lambda_{ex} = 580\text{nm}$ $\lambda_{ex} = 436\text{nm}$

参 考 文 献

- [1] 路荣昭、于延利, 1984. 多变鱼腥藻藻胆体的分离和荧光鉴定其完整性与解离程度. 水生生物学集刊, 8(4): 427—434 页.
- [2] Dilworth, M. F. and Gantt, E., 1981. Phycobilisome-thylakoid topography on photosynthetically active vesicles of *Porphyridium cruentum*. *Plant Physiology*, **67**: 608—612.
- [3] Gantt, E. and Lipschultz, C. A., 1972. Phycobilisome of *Porphyridium cruentum*. I. Isolation. *J. Cell Biol.*, **54**: 313—324.
- [4] Gray, B. H., Lipschultz, C. A., and Gantt, E., 1973. Phycobilisomes from a blue-green alga *Nostoc* species. *J. Bacteriol.*, **116**: 473—478.
- [5] Stanier, R. Y., Kunisawa, R., Mandel, M., and Cohen-Bazire, G., 1971. Purification and properties of unicellular blue-green algae (order Chroococcales). *Bacteriol. Rev.*, **35**: 171—305.
- [6] Katoh, T. and Gantt, E., 1979. Photosynthetic vesicles with bound phycobilisomes from *Anabaena variabilis*. *Biochim. Biophys. Acta*, **546**: 383—393.