

# 大豆光合生理生态的研究 XII 光质对大豆类囊体膜成分和功能的影响<sup>\*</sup>

刘立侠 苗以农  
(东北师大生物系)

唐树延 陈树良  
(中科院长春物理所)

## 提 要

研究生长在同等光强( $50\mu\text{E}/\text{m}^2\cdot\text{s}$ )6种光质(白光、红蓝光、红蓝绿光、红光、蓝光和绿光)条件下的大豆类囊体膜结果表明:红光诱导大豆具有阴生植物的特点,蓝光诱导大豆具有阳生植物的特点,绿光下大豆类囊体膜的发育较弱。低强度的复合光类似红光,诱导大豆具有阴生植物的特点,如高的叶绿素含量和低的叶绿素a/b比值以及较高的光系统Ⅱ含量和较低的光系统Ⅰ含量。红蓝光的组合照射相对有利于大豆类囊体膜的发育。

**关键词** 大豆;光质;类囊体膜

光是植物生长发育的必要条件,是调节植物生长的显性环境因素。利用不同光质的影响是研究植物光合作用、形态建成和生理代谢等方面的重要手段<sup>[1,2,3]</sup>。光质对大麦、菜豆、芥子、大豆、玉米等黄化幼苗的叶绿体结构、成分和功能具有一定的调节作用<sup>[3,4,5]</sup>。

光质与大豆生长发育关系的研究工作,国内外的报道尚少,而且局限于探讨红光和蓝光单光质生物学效应的范畴<sup>[3,4,6]</sup>。为了探讨大豆生长及其类囊体膜发育与光、光质的相互关系,我们设计了红、蓝、绿3种单质光和白、红蓝、红蓝绿3种复合光,对生长在这6种光质条件下盆栽大豆的光合性状,类囊体膜的成分和功能做了测定和分析。

## 材 料 和 方 法

大豆长农4号种子种植于植物生长室6种光谱灯下装有农田土的泥土盆中,大豆种子3天左右出苗,幼苗生长两周后,初生叶和第一复叶长到5cm长、3cm宽,选取初生叶和

\*“七·五”大豆攻关课题,作者在中科院长春物理所工作

本文于1988年12月7日收到 This paper was received on Dec. 7, 1988.

第一复叶为实验材料。各种光质下的大豆生长速率基本一致,红蓝光和白光下的大豆较健壮,红光下的徒长,绿光下的较弱。植物生长室室温为  $22 \pm 2^\circ\text{C}$ ,相对湿度为  $52 \pm 2\%$ ,照光强度控制在  $50 \pm 2 \mu\text{E}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$  的范围,10小时照光,14小时暗处理。6种光谱灯的发光光谱见图1。

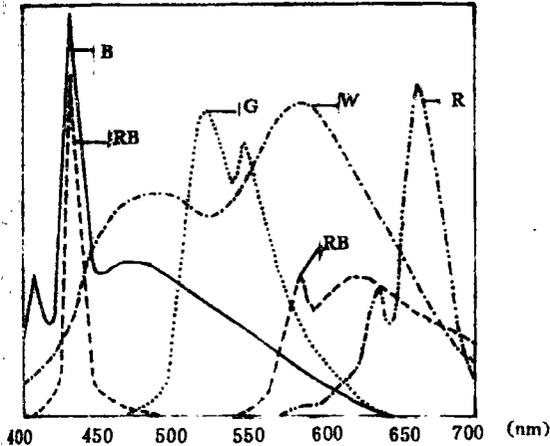


图1 不同光谱灯的发射光谱

Fig. 1 The emission spectra of different spectral lamps  
W—白光 white light B—蓝光 blue light R—红光 red light G—绿光 green light RB—红蓝光 red-blue light

类囊体膜的制备参照储钟稀<sup>[7]</sup>的方法,制备液为  $0.33\text{M Sorbitol}$ ,  $0.1\text{M Tricine}$ ,  $0.005\text{M MgCl}_2$ ,  $\text{pH}7.8$ 。类囊体膜制备物悬浮于少量储备液,置液  $\text{N}_2$  中保存备用。

类囊体膜成分分析参照 Leong Ta-Yan<sup>[2]</sup>等人的方法,采用 SDS-PAGE 分离叶绿素-蛋白复合物,用 UV-3000 分光光度计测定和计算复合物中叶绿素的相对含量。类囊体膜的放氧活性按李德耀<sup>[8]</sup>方法用 Clark 氧电极测定;DCIP (2,6-二氯酚靛酚)光还原活性按 Fork<sup>[9]</sup>法,用 UV-3000 分光光度计测定。叶片光合速率用北分厂的 QGD-07 型红外  $\text{CO}_2$  分析仪测定。

表1 不同光质下大豆叶片叶绿素含量和光合速率的差异  
Table 1 The difference of chlorophyll content and photosynthetic rate of soybean leaf under different light qualities

光质 Light quality	叶绿素总量/鲜重 Chl/weight ( $\mu\text{g}/\text{mg}$ )	叶绿素总量/面积 Chl/area ( $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ )	叶片 chl a/b Leaf chl a/b	光合速率 Ph ( $\text{mgCO}_2/\text{dm}^2 \cdot \text{hr}$ )	类囊体膜 chl a/b TM Chl a/b
W	2.048	27.127	2.400	5.20	3.07
RB	2.360	29.106	2.462	5.10	2.93
RBG	2.393	27.520	2.406	4.56	2.89
R	2.309	27.708	2.399	4.63	2.97
B	2.134	25.875	2.491	4.95	3.16
G	2.056	23.676	2.499	4.01	3.03

Ph, Photosynthetic rate, TM, Thylakoid membrane.

## 结果和分析

### 1、不同光质下大豆叶片叶绿素和光合速率的差异

生长在6种光质条件下的大豆生长速率基本一致,健壮程度按RB、RBG→W、R→B、G光的顺序依次递减。叶片叶绿素含量、Chla/b比值和光合速率的差异见表1。

表中可见,RB、RBG和R光下的叶绿素含量较高,W、B光下的次之,G光下的最低。单质光下的叶绿素含量按R→B→G光的顺序递减,但Chla/b比值则依次递增,即生长在红光较蓝光和绿光下的大豆叶片有较高的叶绿素含量和较低的Chla/b比值,表现出阴生植物的特点。叶片的光合速率为W、RB光下的较高,B、R和RBG光下的次之,G光下的较低。

### 2、光质对大豆类囊体膜成分的影响

用生长在6种光质下的大豆叶片制备类囊体膜,电泳分离出5种叶绿素-蛋白复合物,包括CPIa(光系统I反应中心)、CPa(光系统II反应中心)、LHCII(LHC<sub>1</sub>、LHC<sub>2</sub>、LHC<sub>3</sub>,捕光色素蛋白复合物)及游离色素FC,分离结果与Zhang Zhengdong<sup>[10]</sup>等人的结果一致,几种叶绿素-蛋白复合物的吸收光谱见图2。

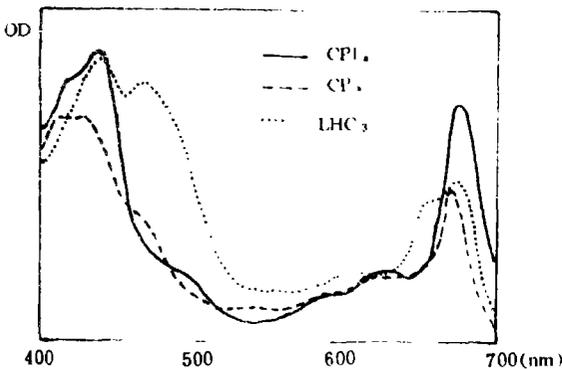


图2 大豆类囊体膜中叶绿素-蛋白复合物的吸收光谱

Fig. 2 The absorption spectra of chlorophyll-protein complex of soybean thylakoid membranes

从表2可以看出,6种光质下大豆的类囊体膜叶绿素蛋白复合物中叶绿素的相对含量是不同的。3种单质光下光系统I(CPIa)叶绿素含量较高,而光系统II和捕光色素蛋白复合物(CPa、LHCII)叶绿素含量则相反,复合光下的较高。B光比R、G两种光下的CPIa、CPa叶绿素含量高,而LHCII的叶绿素含量较低,即B光下的光系统II叶绿素含量较低,LHCII/CPa和PSII/PSI的比值较低。

### 3、光质对大豆类囊体膜功能的影响

从表3的不同光质下大豆类囊体膜电子传递速率的测定结果可以看出,3种复合光和B光下的类囊体膜电子传递速率较高。B光下的电子传递速率约为R光下的1.5倍,表明B光对电子传递有增强作用。G光和R光下叶片类囊体膜的电子传递速率较低,而RB光下的较高,与单质B光下的相近。

表2 大豆类囊体膜叶绿素-蛋白复合物中叶绿素的相对含量(%)

Table 2 Percentage of chlorophyll content in the chlorophyll-protein of thylakoid membranes of soybean

光质 Light quality	CPl <sub>a</sub>	CP <sub>a</sub>	LHCII	PC	LHCII/CP <sub>a</sub>	PSII/PSI	
W	24.42	7.62	51.20	13.75	7.104	2.537	PSI(CPl <sub>a</sub> )
RB	23.75	7.26	55.90	13.09	7.699	2.659	光系统 I
RBG	20.64	6.88	59.89	12.95	8.705	3.235	PSII(CP <sub>a</sub> +
R	27.14	6.32	52.12	14.42	8.247	2.153	LHCII);
B	30.44	7.03	50.12	12.41	7.129	1.887	光系统 II
G	26.75	6.54	53.14	13.75	8.125	2.231	

表3 不同光质下大豆类囊体膜电子传递速率的差异

Table 3 The electron transform rate of thylakoid membranes under different light qualities

光质 Light quality	放 O <sub>2</sub> 活性 O <sub>2</sub> releasing activity μM/mg Chl. hr	相对活性 Relative activity	DCIP 光还原活性 DCIP light activity μM/mg Chl. hr	相对活性 Relative activity
W	23.201	147	21.998	174
RB	23.674	150	20.541	162
RBG	20.362	129	18.799	148
R	15.734	100	12.664	100
B	23.369	149	20.390	161
G	18.245	116	15.955	126

## 讨 论

前人已经报道了蓝光下植物的生长发育和叶绿体的结构和功能相似于阳生植物或高强度白光下的植物;生长在红光下植物的特点相似于阴生植物或低强度白光下的植物<sup>[1,2,3]</sup>。我们的实验结果进一步证实了这一论点。红光下的大豆较蓝光、绿光和白光下的大豆有较高的叶绿素含量、较低的 Chl<sub>a</sub>/b 比值、较高的光系统 II 叶绿素含量和较低的光系统 I 叶绿素含量。表现出阴生植物的特点。蓝光下的大豆则表现阳生植物的某些特点,且具有较高的电子传递速率和叶片的光合速率。从不同波长的 3 种单质光对大豆的影响来看,绿光偏近于蓝光的作用。因此这 3 种单质光对大豆的生长和类囊体膜的发育的影响是不同的,而且有明显的对应性。

低强度复合光诱导大豆具有阴生植物的特点,产生出类似红光而不同于蓝光和绿光的结果。值得提出的是红蓝组合光,其波长较白光和红蓝绿光窄,但生长在红蓝光下大豆的叶绿素含量、电子传递速率和光合速率均较高,显示出红光和蓝光的组合光照较单质的红光或蓝光的照射对大豆的生长有明显的促进作用。

对可见光中各种单质光和复合光对大豆生长发育、光合特性及产物积累的生物学效应的进一步研究,可能为生产上的应用及人工控制栽培提供理论依据。

### 参 考 文 献

- [1] Jan. M. Anderson, 1986. *Ann. Rev. Plant Physiol.* Vol. 37:90—127
- [2] Leong Ta—Yan and Jan. M. Anderson, 1984. *Biochimica et Biophysica Acta*, 766:533—541
- [3] Buysen M., et al., 1985. *Photochem. Photobiol.* 41:677—672
- [4] Eskin K., et al., 1985. *Plant Physiol.* 77:29—34
- [5] Wild A., Holzapfel A., 1980. *The Blue Light Syndrome* Berlin: Spring—Verlag. 444—451
- [6] 朱之垠,1984,《大豆科学》3(1):27—35
- [7] 储鍾稀等,1980,《植物生理学报》6(2):163—172
- [8] 李德耀等,1982,《植物生理学通讯》5:22—25
- [9] David C. Fork, 1976. 《光生物学》444—446
- [10] Zhang Zhengdong et al., 1981. *Photobiochem. Photobiophys.* 2:329—336

STUDY ON PHYSIO - ECOLOGY OF PHOTOSYNTHESIS IN SOYBEAN  
12. STUDY ON THE REGULATION OF THE COMPOSITION AND FUNCTION  
OF THYLAKOID MEMBRANES OF SOYBEAN BY LIGHT QUALITY

Liu Lixia

Miao Yinong

(*Biology Department of North East Normal University*)

Tang Shuyan

Chen Shuliang

(*Changchun Institute of Physics, Academia Sinica*)

Research on thylakoid membranes of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) grown under light of six different qualities of equal intensity ( $50 \mu\text{E}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$ ) shows the effects of different light quality on the composition and function of thylakoid membranes of soybean. Red-light thylakoid membranes have relatively higher chlorophyll content, lower Chl a/b, more LHCII, less CPa and CPb, and lower electron transport rate than blue-light thylakoid membrane. Green-light thylakoid membranes have less chlorophyll and lower photosynthesis rate. The biological effect of green light is close to blue light. Compound light of low intensity induced shade plant characteristics in soybean. Red-blue light is advantageous to the development of soybean thylakoid membranes.

This study can provide the photophysiological evidence for the possibility of raising photosynthesis rate and efficiency of utilizing the light energy of soybean.

**Key words** Soybean; Light quality; Thylakoid membrane