

学校编码: 10384  
学号: 20120051302052

分类号 \_\_\_\_\_ 密级 \_\_\_\_\_  
UDC \_\_\_\_\_

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

植物响应逆境过程中类囊体膜差异  
表达蛋白的研究

A study on differently expressed proteins of thylakoid  
membrane in plant adaption to environmental stresses

彭 浩

指导教师姓名: 朱学艺 副教授

专 业 名 称: 发育生物学

论文提交日期: 2008 年 6 月

论文答辩时间: 2008 年 8 月

学位授予日期: 2008 年 月

答辩委员会主席: 田惠桥 教授

评 阅 人: \_\_\_\_\_

2008 年 8 月

## 厦门大学学位论文原创性声明

兹提交的学位论文，是本人在导师指导下独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考的其他个人或集体的研究成果，均在文中以明确方式标明。本人依法享有和承担由此论文产生的权利和责任。

声明人（签名）：

年 月 日

厦门大学博硕士论文摘要库

# 厦门大学学位论文著作权使用声明

本人完全了解厦门大学有关保留、使用学位论文的规定。厦门大学有权保留并向国家主管部门或其指定机构送交论文的纸质版和电子版,有权将学位论文用于非赢利目的的少量复制并允许论文进入学校图书馆被查阅,有权将学位论文的内容编入有关数据库进行检索,有权将学位论文的标题和摘要汇编出版。保密的学位论文在解密后适用本规定。

本学位论文属于

1. 保密 ( ), 在年解密后适用本授权书。
2. 不保密 ( )

(请在以上相应括号内打“√”)

作者签名: 日期: 年 月 日

导师签名: 日期: 年 月 日

## 目 录

摘 要 .....	错误! 未定义书签。
Abstract .....	错误! 未定义书签。
缩略词表 .....	5
第一章 前言 .....	7
1 高等植物光合作用及光合膜结构的特点 .....	7
1.1 光合作用概述 .....	7
1.2 类囊体膜上的主要蛋白复合体 .....	8
2 逆境对类囊体膜蛋白复合物的影响 .....	17
3 蛋白质组研究的主要方法 .....	19
4 本研究的内容、意义 .....	20
第二章 不同生态型芦苇适应自然干旱和盐渍环境的类囊体膜差异表 达蛋白的研究 .....	22
1 实验材料 .....	错误! 未定义书签。
2 实验方法 .....	错误! 未定义书签。
2.1 类囊体膜的制备 .....	错误! 未定义书签。
2.2 蓝绿温和胶电泳 .....	错误! 未定义书签。
2.3 免疫印迹 .....	错误! 未定义书签。
3 实验结果 .....	错误! 未定义书签。
3.1 蓝绿温和胶电泳分离四种不同生态型芦苇类囊体膜蛋白复合物 .....	错误! 未定义书签。
3.2 四种不同生态型芦苇类囊体膜蛋白复合物亚基的比较 .....	错误! 未定义书 签。
3.3 免疫印迹 .....	错误! 未定义书签。
4 讨论 .....	错误! 未定义书签。
4.1 蓝绿温和胶电泳 .....	错误! 未定义书签。
4.2 蓝绿温和胶电泳分离类囊体膜蛋白复合物及免疫印迹 .....	错误! 未定义书

签。

**第三章 干旱胁迫条件下玉米类囊体膜差异表达蛋白的研究**错误！未定义书签。

<b>1 实验材料</b> .....	错误！未定义书签。
<b>2 实验方法</b> .....	错误！未定义书签。
2.1 含水量测定.....	错误！未定义书签。
2.2 叶绿素荧光参数测定.....	错误！未定义书签。
2.3 叶绿素含量的测定.....	<b>39</b>
2.4 完整叶绿体及类囊体膜的制备.....	<b>39</b>
2.5 蓝绿温和胶电泳.....	错误！未定义书签。
<b>3 实验结果</b> .....	错误！未定义书签。
3.1 干旱对土壤和叶片含水量的影响.....	错误！未定义书签。
3.2 干旱对叶片叶绿素含量的影响.....	错误！未定义书签。
3.3 完整叶绿体的制备及其完整度的观察检测.....	错误！未定义书签。
3.4 干旱对叶绿素荧光参数的影响.....	错误！未定义书签。
3.5 玉米类囊体膜蛋白复合物的蓝绿温和胶电泳分析.....	错误！未定义书签。
<b>4 讨论</b> .....	<b>49</b>

**第四章 结论**..... 错误！未定义书签。

**参考文献**..... 错误！未定义书签。

**致 谢**..... 错误！未定义书签。

**Catalogue**

**Abstract(in Chinese)** ..... 错误! 未定义书签。

**Abstract(in English)** ..... 错误! 未定义书签。

**Abbreviations** ..... 5

**I Preface** ..... 7

**1 The characters of photosynthesis and the structure of thylakoid membrane in higher plant**..... 7

    1.1 Summarization of photosynthesis ..... 7

    1.2 The main protein complexes of thylakoid membrane..... 8

**2 Effects of environmental stresses on thylakoid membrane protein complexes**..... 错误! 未定义书签。

**3 Meathods in studys of protromics** ..... 19

**4 Meaning and content of this research** ..... 错误! 未定义书签。

**II A study on different proteins of thylaid membrane in four different ecotypes of reed adaption to environmental stresses ...** 错误! 未定义书签。

**1 Materials** ..... 错误! 未定义书签。

**2 Methods** ..... 错误! 未定义书签。

        2.1 Preparation of thylakoid membrane ..... 错误! 未定义书签。

        2.2 BN-PAGE of thylakoid membrane protein complexes in different ecotypes of reed ..... 错误! 未定义书签。

        2.3 Western Blotting ..... 错误! 未定义书签。

<b>3 Result and Analysis</b> .....	错误！未定义书签。
3.1 BN-PAGE of thylakoid membrane protein complexes	错误！未定义书签。
3.2 Comparison of protein suits of thylakoid membrane protein complexes in different ecotypes of reed.....	错误！未定义书签。
3.3 Western Blotting .....	错误！未定义书签。
<b>4 Discussion</b> .....	错误！未定义书签。
4.1 The teconology of BN-PAGE .....	错误！未定义书签。
4.2 Thylakoid membrane protein complexes of different ecotypes of reed.....	错误！未定义书签。
<b>III A study on different proteins of thylaid membrane in maize adaption to progressive water stresses</b> .....	错误！未定义书签。
<b>1 Materials</b> .....	错误！未定义书签。
<b>2 Methods</b> .....	错误！未定义书签。
2.1 Measure of water content.....	错误！未定义书签。
2.2 Measure of maize chlorophyll fluorescence parameters	错误！未定义书签。
2.3 Measure of chlorophyll content .....	<b>39</b>
2.4 Preparation of intact chloroplast and thylakoid membrane .....	<b>39</b>
2.5 BN-PAGE of thylakoid membrane protein complexes	错误！未定义书签。
<b>3 Result and Analysis</b> .....	错误！未定义书签。
3.1 Effects of progressive water stress on soil and leaf water content in maize .....	错误！未定义书签。
3.2 Effects of progressive water stress on chlorophyll content	错误！未定义书签。
3.3 Preparation of intact chloroplast .....	错误！未定义书签。
3.4 Effects of progressive water stress on chlorophyll fluorescence parameters .....	错误！未定义书签。
3.5 BN-PAGE of the thylakoid membrane protein complexes in maize .....	错误！未定义书签。
<b>4 Discussion</b> .....	<b>49</b>

IV Conclusion .....	错误！未定义书签。
Reference.....	错误！未定义书签。
Acknowledgements.....	62

## 摘 要

本研究以河西走廊 4 种不同生态型芦苇：水生芦苇（swamp reed, SR）、轻度盐化草甸芦苇（light salt meadow reed, LSMR）、重度盐化草甸芦苇（heavy salt meadow reed, HSMR）、沙丘芦苇（dune reed, DR）及典型 C<sub>4</sub> 植物玉米为实验材料，采用蓝绿温和胶电泳（BN/SDS-PAGE）及免疫杂交（Western-Blotting）技术，研究了自然逆境胁迫和渐进干旱胁迫对植物叶片类囊体膜相关生理指标的影响及类囊体膜蛋白质组的变化，以期发现植物响应环境变化过程中类囊体膜蛋白组分的差异表达特点，为进一步揭示植物逆境响应过程中的光合调节机制提供依据。获得的主要结果如下：

- 1、采用 percoll 梯度超速离心，获得完整叶绿体，对叶绿体涨破后离心沉淀，获得类囊体膜，从而为叶绿体亚组分的蛋白质组学分析奠定了基础。
- 2、比较研究了含有 dodecyl maltoside (DM) 和 TritonX-100 不同去垢剂的两种常用裂解液配方对类囊体膜蛋白的溶解性的影响。结果表明，含有 2%DM 去垢剂的裂解液对于除沙芦外的三种生态型芦苇和玉米叶绿体类囊体膜蛋白质的溶解效果最佳，而沙芦类囊体膜蛋白质的增溶以 5%DM 最佳。
- 3、通过蓝绿温和胶电泳分析了芦苇类囊体膜的主要蛋白复合物。与水生型芦苇相比，长期适应干旱和盐渍生境的芦苇类囊体膜蛋白质复合体缺失 CP43 的 PS II、ATP 合成酶/细胞色素 b6f 二聚体、LHC II 的三聚体和 LHC II 单体表达量均下降。各复合物亚基比对结果表明，沙丘芦苇 PS II 反应中心蛋白质 D1, D2, CP43, CP47 和 LHC II 的 3 个亚基 Lhcb1~Lhcb 3 及 PS I 反应中心蛋白 PsaA、PsaB、PsaD、PsaE 和 PsaF 和 LHC I 的 4 个亚基 Lhca1~Lhca 4



表达量均较水生芦苇下降。盐渍芦苇 Lhcb1 在轻度盐渍化芦苇中的表达量反而较水芦增加，其余结果与干旱胁迫一致。

- 4、免疫印迹研究表明：两种陆生型芦苇中光系统 II 主要核心蛋白 PsbA 蛋白表达较水生型降低，而光系统 I 主要核心蛋白 PsaC 及 Rubisco 大亚基蛋白丰度均高于水生型芦苇；光系统 I 捕光色素蛋白复合物 LHC I 的 4 个亚基 Lhca1~Lhca4 在沙丘芦苇中均明显下降；在盐渍芦苇中只有 Lhca 4 下降其余无明显差别。光系统 II 捕光色素蛋白复合物 LHC II 的 6 个亚基 Lhcb1~Lhcb6 中，沙芦 Lhcb1 略有下降，Lhcb2~4 几无变化，而 Lhcb5、6 明显降低；而盐渍芦苇中，Lhcb1、2、4 无显著变化，Lhcb 3、5 表达量较水生型降低，而 Lhcb6 升高。就两种陆生生态型相比较而言，盐渍胁迫对上述类囊体膜蛋白组分的影响小于干旱胁迫的影响。
- 5、与对照相比，渐进干旱条件下，随着土壤含水量的降低，玉米叶片水势下降，叶片叶绿素荧光参数  $F_v$ 、 $F_v/F_m$ 、 $\Phi PS II$  和  $qP$  不断下降，下降程度随干旱胁迫加剧而逐渐增大；而  $qN$  则随干旱胁迫程度加剧而增加，暗示干旱造成的 PS II 活性下调可能与光系统通过非光化学耗散过剩激发能以保护光合机构免于进一步破坏有关。
6. 在 7 天渐进干旱胁迫过程中，玉米类囊体膜 PS I /PS II 二聚体核心复合体、PS I、ATP 合成酶/细胞色素 b6f 二聚体、缺失 CP43 的 PS II 以及 LHC II 三聚体和单体的表达量持续下降。复水 3 天后它们的表达量均可不同程度回升。

**关键词：**芦苇；玉米；蓝绿温和胶电泳；免疫印迹；类囊体膜

## Abstract

The effects of natural drought and salinity as well as progressive drought stress on physiological characteristics and protein components of thylakoid membrane were studied by using blue native PAGE and Western-blot. Four ecotypes of reed, referred to as swamp reed (SR), dune reed (DR); heavy salt meadow reed (HSMR) and light salt meadow reed (LSMR) growing in the desert region of north-western China and potted maize under progressive drought treatment were used as experimental materials. The aim of the present study was to find the differential protein expression profiles of thylakoid membrane isolated from different ecotypes of reed in adapting to arid and saline habitats, which showed a transition tendency of photosynthetic pathway from C3 to C4. Besides, the effect of progressive drought treatment on the thylakoid membrane of the maize (*Zea mays* L.), a typical C4 model plant comparative experiment was also observed. It is hoped that these experimental results obtained from different ecotypes of the same species in adaptation to natural extreme habitats as well as maize in response to progressive water deficit might help to our better understanding of photosynthetic regulation in plant's adaptation to natural drought and salinity. The main results are as follows:

1. Gradient centrifugation with 30% and 80% percoll were used to isolate intact chloroplasts. Then the thylakoids membrane was obtained by osmotically breaking the chloroplasts and centrifugating, which laid foundation for further analysis of thylakoid membrane proteins.
2. Effects of two different lysis buffers which contained different concentrations of DM and TritonX-100 during the solubilization of membrane proteins were tested..

The result showed that lysis buffer containing 2% DM was suitable one to soluble membrane proteins of three ecotypes 5%DM was suitable to DR.

3. Drought and salt stress had significant effects on plant thylakoid membrane components. Compared with the swamp ecotype, the contents of ATPase/Cytb6f, CP43-less PS II, and LHC II monomer and trimer in the thylakoid membrane of three terrestrial ecotypes decreased. The protein profiles of above complexes in second SDS-PAGE which compared with the results published by other literates showed that the contents of Lhcb(1~3), Lhca(1~4) and the proteins of the PS react center, such as D1, D2, CP43, CP47, PsaA, PsaB, PsaD, PsaE, PsaF decreased in dune reed, except Lhcb1, which showed a higher level content in light salt meadow reed in comparison with the swamp ecotype. As far as the two terrestrial ecotypes were concerned, the effect of drought on thylakoid membrane components showed a more serious effect than that resulting from the salinity.
4. Western-blotting tests showed that the contents of main protein complexes of PS II, light harvest complex Lhca(1~4) and Lhcb(1~6) in dune reeds and the contents of Lhca 4 and Lhcb(2~5) in salt meadow reed were less than those of the swamp ecotype, while PsaC, the major protein of the PS I, showed a higher level protein content in comparison with the swamp reed. As far as the two terrestrial ecotypes were concerned, effect of the drought on the thylakoid membrane was more serious than that resulting from the salinity.
5. Under the drought condition, leaf water contents were decreased along with the decline in soil water contents. Chlorophyll fluorescence parameters derived from analyzing modulated chlorophyll fluorescence, such as such as Fv/Fm, Yeild and qP, showed a strong progressive drop on the days 3, 5, and 7 after water defitics application, showed a significant decreases in mize leaves in response to progressive water deficit. However, .qN showed a reverse trend. This implied that the declines in components of thylakoid membrane caused by water deficits and salinity might contribute to protect the photosynthetic apparatus against damage of excessive energy.

6. Compared with the CK, the contents of PS I + LHC I complex, PSI, ATPase/Cytb6f, CP43-less PS II, LHC II monomer and LHC II trimer from the thylakoid membrane in stressed maize leaves decreased in varying degrees at 3, 5, and 7 days after water deficits treatment. The contents of all these six protein complexes could improve after rewatering for 3 days.

**KEY WORDS:** *Phragmites communis* T. Maize; ecotypes; thylakoid membrane; Blue-Native PAGE; Western-Blotting

### 缩略词表

英文缩写	英文全称	中文名称
2-DE	Two-dimentional electrophoresis	双向电泳
BN-PAGE	Blue Native PAGE	蓝绿温和胶电泳
BSA	albumin bovine serum	牛血清白蛋白
CBB	Coomassie brilliant blue	考马斯亮蓝
DTT	dethilthreitol	二硫苏糖醇
DR	Dune reed	沙芦
EDTA	ethylene diaminetetra-acetic acid	乙二胺四乙酸
HEPES	N-(2-hydroxyethyl)-piperazine- N'-2-ethanesulfonic acid	N-2-羟乙基哌嗪一 N'-2- 乙磺酸
HRP	horseradish peroxidase	辣根过氧化物酶
HSMR	Heavy salt meadow reed	重度盐化草甸芦苇
LSMR	Light salt meadow reed	轻度盐化草甸芦苇
2-ME	2-mercaptoethanol/ $\beta$ -mercaptoethanol	$\beta$ -巯基乙醇
MS	mass spectrometry	质谱
MW	molecular weight	分子量

PAGE	Polyacrylamide gel electrophoresis	聚丙烯酰胺凝胶电泳
PS I	Photosystem I	光系统 I
PS II	Photosystem II	光系统 II
Rubisco	Ruboluse biphosphate carboxylase	核酮糖二磷酸羧化酶
SOD	Superoxide dismutase	超氧化物歧化酶
SDS	sodium dodecyl sulfate	十二烷基硫酸钠
SR	Swamp reed htosystem	水芦
SWC	soil water content	土壤含水量
TEMED	tetramethyl ethylene diamine	四甲基乙二胺
Tris	trihydroxymethy aminomethane	三羟甲基氨基甲烷

---

## 第一章 前言

逆境是对植物生存生长不利的各种环境因素的总称,是影响植物偏离最佳状态的环境因子<sup>[1]</sup>。逆境也称为环境胁迫,主要包括高温、低温、缺氧、干旱、盐渍等<sup>[2]</sup>。环境胁迫能够引起植物基因表达和细胞代谢的改变,从而影响作物的生长发育和产量<sup>[3]</sup>。在各种胁迫因素中,土壤干旱和盐渍胁迫是最常见、最普遍的两个环境因子,其中,干旱造成的损失最大,其损失量超过其他逆境造成损失的总和<sup>[3]</sup>。在我国尤其是干旱和半干旱地区,缺水问题一直是限制农业生产的最主要因素之一,即使是降水较多的地区也普遍存在季节性和非周期性干旱问题<sup>[4]</sup>。除干旱胁迫外,土壤盐渍化正肆无忌惮地吞噬着人类赖以生存的有限的土地资源,成为严重制约农业生产的又一个全球性问题。联合国粮农组织的调查结果显示,全球 6%的陆地面积遭受着土壤盐渍化的侵蚀,20%的灌溉农业受到不同程度的盐害威胁,土壤干旱和盐渍化已成为世界农业发展的主要制约因素<sup>[5]</sup>。

环境胁迫给植物和农作物带来许多不利影响,例如,它限制植物的营养生长和生殖生长,减少总叶面积,改变根冠比,影响光合作用、呼吸作用、水和营养物质的吸收和运输,以及植物体内许多生物化学过程,如细胞壁物质、蛋白质和叶绿素等重要物质的合成,促进糖、脯氨酸等物质的积累,同时影响一些酶的活性等,其中光合作用所受影响是很重要的一个方面。植物光合生理对某一环境的适应性很大程度上反映了植物在该地区的生存能力和竞争能力<sup>[6]</sup>。植物感受胁迫信号、传递胁迫刺激并激活抗胁迫反应的机制,不仅对于植物学本身的理论研究意义重大,而且对于合理育种及提高农作物抗胁迫能力的转基因策略也具有至关重要的实践指导作用<sup>[5]</sup>。

## 1 高等植物光合作用及光合膜结构的特点

### 1.1 光合作用概述

光合作用是光合生物(包括绿色植物、藻类和细菌)将光能转化为化学能,并同时将无机物转变成有机物贮存在生物体内的过程,是地球上所有生命现象的能量和物质基础。光合作用研究的核心问题之一是阐明光能吸收、传递和转化的机理。现已证明,光合生物对光能的吸收、传递和转化都是在光合膜上具有一定的分子排列和空间构象的色素蛋白复合体上进行的,在分子水平上揭示各种膜蛋白复合体的结构与功能及其相互关系对于揭示光合作用光能转化的机理具有重要意义<sup>[7]</sup>。

### 1.2 类囊体膜上的主要蛋白复合体

由于光合作用的光反应是在类囊体膜上进行的,所以称类囊体膜为光合膜。类囊体膜上含有由多种亚基、多种成分组成的蛋白复合体,主要有四类,即光系统 I PSI、光系统 II PS II、Cytb6/f 复合体和 ATP 酶复合体(ATPase),它们参与了光能吸收、传递与转化、电子传递、H<sup>+</sup> 输送以及 ATP 合成等反应。这四类蛋白复合体在类囊体膜上的分布大致是:PS II 主要存在于基粒片层的堆叠区,PS I 与 ATPase 存在于基质片层与基粒片层的非堆叠区,Cytb6/f 复合体分布较均匀,它们在类囊体膜上的区隔分布使得类囊体膜呈现出横向异质性<sup>[8,9]</sup>。PS II 中放氧复合体在膜内表面,PS II 的原初供体位于膜内侧,原初受体靠近膜外侧。质体醌可以在膜的疏水区内移动。Cytb6/f 复合体在膜的疏水区。PS I 的电子供体 PC 在膜的内腔侧,而 PS I 还原端的 Fd、FNR 在膜的外侧。蛋白复合体及其亚基的这种分布,有利于电子传递、H<sup>+</sup> 的转移和 ATP 合成。色素蛋白复合体在光合作用中担负着吸收、传递和转化光能的任务,而 ATPase 则偶联电子传递在光合磷酸化中发挥重要的作用。

#### 1.2.1 光系统 I (PS I) 反应中心叶绿素蛋白复合体

PS I 是由多个膜蛋白组成的超分子复合物,能被波长700nm的光激发,又称 P<sub>700</sub>。它催化从原初电子供体P<sub>700</sub>,经过一系列的中间电子递体到达末端电子受体 F<sub>A</sub>/F<sub>B</sub>的跨膜电子传递<sup>[10]</sup>。高等植物的PS I 可以分为两大部分:一部分是PS I 核心复合物,另一部分是由4个多肽组成的外周天线,它们属于捕光色素蛋白(Lhc)

家族，被命名为Lhca1~4<sup>[11,12]</sup>。实验表明，PS I 核心复合物（PS I -CC）是一个异型多体的色素蛋白复合物，它由11~13个不同的多肽和辅助因子组成。最新晶体数据<sup>[13]</sup>显示：PS I 含有96个Chl a分子，2个叶绿体醌分子，22个 $\beta$ -Car和3个[4Fe-4S]簇Fx，4个脂分子。在组成PS I 核心复合物的蛋白亚基中，PsaA和PsaB结合形成异质二聚体。PS I 复合物还包含3个外周蛋白（PsaC、PsaD和PsaE）以及5个膜内周蛋白（PsaL、PsaK、PsaF、PsaF和PsaJ）。

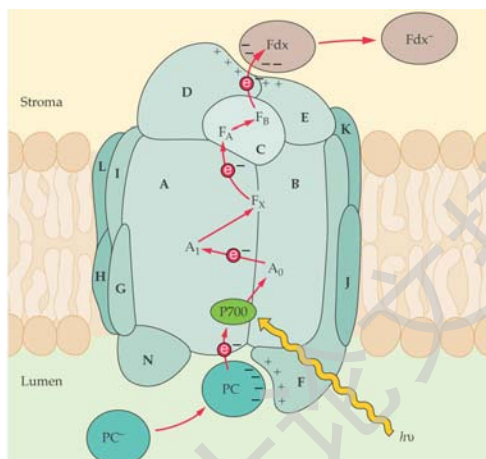


图1-1 高等植物光系统 I（PS I）结构示意图<sup>[22]</sup>

Fig 1-1 The structural model of PS I

反应中心蛋白PsaA、PsaB由位于叶绿体基因组上的*psaA*和*psaB*基因编码。这两个高度疏水的蛋白具有很高的同源性和保守性<sup>[14]</sup>。Smart 等(1992)<sup>[15]</sup>发现 *psaA* 或 *psaB* 基因的失活都将导致PS I 复合物在类囊体中缺失，表明PsaA或PsaB不能单独形成二聚体，而PsaA-PsaB异二聚体的存在是整个PS I 复合物组装所必需的。PsaC 蛋白分子量为8.9 kDa，是一个由81个氨基酸残基组成的位于类囊体膜基质侧的酸性亲水蛋白。在真核生物中，*psaC* 基因位于叶绿体基因组。PsaC最显著的特点是具有9个保守的半胱氨酸残基，其中8个半胱氨酸参与结合电子传递链的两个组分——铁硫中心FA和FB<sup>[16]</sup>。PsaD在蓝细菌中由139~144个氨基酸残基组成，在高等植物中多了大约23个氨基酸残基组成的N端延伸片段<sup>[17]</sup>。PsaD由核基因编码，在真核生物中它的分子量约18kDa<sup>[18]</sup>，主要功能是同Fd和黄素氧还蛋白作用<sup>[19]</sup>，另一功能是为PsaC同PS I 核心区相结合所必需，有助于PsaC、PsaL和PsaE稳定地组装到PS I 中<sup>[20]</sup>。PsaE亦为核基因编码，其参与循环电子传递<sup>[21]</sup>并且参与Fd的结合，它暴露于表面的C端可以同Fd相互作用<sup>[19]</sup>。

### 1.2.2 光系统 II（PS II）反应中心叶绿素蛋白复合体



Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to [etd@xmu.edu.cn](mailto:etd@xmu.edu.cn) for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库