

# 大豆光合生理生态的研究\*

## 第14报 大豆不同类型叶细胞中 叶绿体的分布及超微结构

许守民 苗以农 姜艳秋 胡阿林 佟德娟

(东北师范大学生物系)

### 摘 要

大豆叶片栅栏细胞和海绵细胞中叶绿体数量多、体积大,基质较稠密,叶绿体基粒及片层结构较复杂。维管束鞘细胞和平脉叶肉细胞中叶绿体数目较少、体积小、基质较稀疏,叶绿体基粒及片层结构较简单。维管束薄壁细胞中叶绿体数最少、体积最小,结构最简单。叶绿体在不同细胞中的分布和结构的复杂程度与各类细胞的功能及在叶片中的解剖位置有关。

**关键词** 大豆;叶细胞;叶绿体;超微结构

叶片光合作用的主要场所是叶绿体,其在细胞中的数量和超微结构与光合性能之间有密切关系<sup>[1,2]</sup>。大豆叶片叶绿体的数量<sup>[3]</sup>、超微结构<sup>[4]</sup>及光合性能<sup>[4]</sup>已有过报道。但对大豆叶片中不同类型细胞中的叶绿体分布、结构状态的研究尚少。本文对大豆叶片不同类型细胞中的叶绿体分布和超微结构做了观察和描述。

### 材 料 和 方 法

#### (一)供试材料

试验材料是田间生长的栽培大豆品种金元1号、小金黄1号和吉林20号,于盛花期上午8:00取上层(倒数第4~5复叶)完全展开的叶片作电镜制备材料。

#### (二)电镜样品的制备

将叶片沿主脉两侧切取1mm<sup>3</sup>左右的小块,用2.5%戊二醛固定6小时(4℃下),1%

\* 本文于1990年3月29日收到。

This paper was received on March 29, 1990.

锇酸后固定 4 小时(4℃下),酒精系列脱水后即转入环氧丙烷、环氧树脂 Epon812 包埋。超薄切片经铀—铅双重染色后,于日立 H—600 透射电镜下观察、照相。

### (三)结构特征的统计

叶绿体在每个细胞中的分布数量分别取 30~50 个细胞中的平均值(即电镜下每个细胞切面内叶绿体数目的平均值);每个叶绿体中基粒垛的数量取 25~35 个细胞中的平均值;基粒片层数取 100 个左右基粒的平均值;叶绿体大小以长、短轴的长度表示,分别取 15 个细胞中全部叶绿体长,短轴长度的平均值。

## 结 果

### 一、叶绿体在不同类型叶细胞中的分布和形态

在第一层栅栏细胞(PCI)中,由于细胞的液泡较大,叶绿体一般分布于贴近胞壁的边缘胞质中,贴近上表皮的细胞顶端一般无叶绿体;叶绿体的长轴与细胞长轴平行,只有细胞下端的 2~3 个叶绿体长轴垂直于细胞长轴(图版 I 1,3)。叶绿体数量最多( $9.68 \pm 2.58$ /细胞)。

第二层栅栏细胞(PC II)中叶绿体多均匀分布于贴近胞壁的胞质中,此种细胞的液泡较 PCI 中的小,叶绿体形态近似球形(图版 I 1,2)。每个细胞中叶绿体数目较 PCI 中的少( $8.0 \pm 1.48$ /细胞)。

海绵细胞(SP)中叶绿体均匀分布在细胞中,有的叶绿体位于细胞的近中央位置,而形态上更近于球形(图版 I 2,5)。每个细胞中叶绿体的数量为  $6.54 \pm 1.3$ /细胞,处于第三位。

上述三种叶细胞中叶绿体的基质都较稠密。

平脉叶肉细胞(PVM)为体积较大的活细胞,细胞极端液泡化,其中的叶绿体一般分布于紧贴胞壁的边缘胞质中(图版 I 2,4)。叶绿体与其所在细胞一样其长轴垂直于栅栏细胞的长轴,其形态呈扁囊状。每个细胞中有  $4.43 \pm 0.64$  个叶绿体。

围绕维管束的维管束鞘细胞(VB)中叶绿体的分布类似于 PVM 中的,但它们一般都分布于远维管束轴心侧的胞质中。形态上与 PVM 中的相似,每个细胞中有  $3.06 \pm 0.7$  个(图版 I 1)。

VB 内侧的维管束薄壁细胞(VP)中叶绿体一般呈均匀分布,其长轴长度远大于短轴长度而呈薄扁囊状(图版 I 1,6),每个细胞中的数量最少( $2.36 \pm 0.99$ )。

以上三类叶细胞中叶绿体较小,其基质也较稀疏。

### 二、不同类型叶细胞中叶绿体的亚微结构

六种类型的叶细胞中叶绿体的亚微结构差异很大,表 1 列出了前三类有关的结构指标。从中看出前三类细胞中叶绿体明显大于后三类细胞中的叶绿体,而其中后两类细胞中叶绿体长短轴差异的缩小与叶绿体中淀粉粒的积累有关(见图版 II 1~3)。另外叶绿体中由于淀粉粒的存在,使得类囊体片层的排列紊乱(图版 II 1,2,3,5)。

前三类叶细胞中每个叶绿体中基粒垛数由多至少依次为 PC I、PC II、SP(表 1),但每

个基粒包含的片层数却呈相反趋势。

表 1 不同类型叶细胞中叶绿体超微结构分析

Table 1 The ultrastructure of chloroplasts in different types of leaf cells (L—Lenth; W—Width)

项 目  细 胞  Cell	叶 绿 体 大 小 (μ) Chloroplast (μ)		基粒数(个/叶绿体) Number of grana (n/chloroplast)	片层数(个/基粒) Number of thylakoid (n/grana)
	长(L)	宽(W)		
	Item			
PC I	5.34±0.77	2.62±0.52	21.24±5.25	13.77±7.29
PC II	5.726±0.64	3.53±1.0	19.67±6.39	15.33±8.48
SP	5.02±0.61	3.23±0.73	16.16±4.23	15.87±8.73
PVM	3.69±0.59	1.75±0.24	10.13±2.76	9.93±4.16
VB	4.17±0.62	1.78±0.32	11.27±3.45	10.75±5.47
VP	3.18±0.70	0.82±0.11	13.46±4.19	4.75±1.09

PVM、VB 和 VP 中的叶绿体明显小于前三类细胞中的叶绿体,长短轴的差异较大而使之呈扁囊状,其中 VP 中的叶绿体差异最大(表 1)。每个细胞中基粒垛数及每个基粒垛的片层数也明显较前三类细胞中的少,其中 VP 中的基粒垛为多,PVM 中的最少;基粒片层数以 VB 的为多,而 VP 中的则最少(表 1)。

在六类细胞中,由 10 个以下片层组成的基粒垛所占的比例,后三类细胞中的最多,其中又以 VP 中的最多(92.31%)见表 2。而 10 层以上 30 层以下片层组成的基粒垛所占比例前三类细胞中较多,后三类细胞中的较少,其中 VP 中几乎无 30 层以上片层的基粒垛。30 片层以上的基粒垛在后三类细胞中没有发现,而在前三类细胞中都有分布,其中 PC II 中最多,SP 中次之,而 PCI 中最少(表 2)。

表 2 不同类型叶细胞叶绿体中基粒的结构状态

Table 2 The grana structure in the chloroplasts of different types of leaf cells

细胞类型 Cell type	基粒垛所占比例(%) The percentage of grana (%)			
	10 片层以下 Below 10 layer	10~20 片层 10~20 layer	20~30 片层 20~30 layer	30 片层以上 Over 30 layer
PC I	33.2	29.2	26.4	11.2
PC II	23.7	40.4	17.7	18.2
SP	30.0	40.0	16.5	14.0
PVM	69.8	20.5	9.7	0
VB	62.8	26.6	10.6	0
VP	92.3	7.7	0	0

讨 论

1. 在大豆叶片中,行使光合作用的主要细胞是栅栏和海绵细胞,其中与之相适应的叶

绿体数量多、体积大、结构也复杂,这些都是有利于光合的结构特征<sup>[2,5]</sup>。

三类叶细胞中叶绿体片层结构的复杂程度也有差异。从表 2 看出,PC II 和 SP 中 30 片层以上的基粒垛多于 PC I 中的,这从两者在叶片中的解剖位置处于遮阴状态看,增加片层数是利于光吸收的适应<sup>[2]</sup>。

2. 表 1 和 2 中后二类叶细胞都是构成维管束的成分,与物质的运输有密切关系。而处于栅栏细胞和海绵细胞之间的 PVM 也是与光合产物运输有关的细胞<sup>[6,7]</sup>。上三类细胞的主要功能不是行使光合作用,因此其中的叶绿体较前三类细胞中的退化,数量少、体积小、基粒片层的结构也较简单(图版 II 4,5,6)。另外与运输等耗能过程有关的线粒体在这三类细胞中分布较多(图版 II 2,6),由此看来,叶绿体在这种细胞中的退化是供能补偿作用的体现。

3. 光合细胞叶绿体中积累较多的淀粉粒使类囊体片层的排列紊乱(图版 II, 2,3),这可能会影响光合作用的顺利进行<sup>[8,9]</sup>,但在 PC I 和 PC II 叶绿体中的这种差异是否影响光合活性,还有待进一步分析。

## 参 考 文 献

- [1] 左宝玉、段续川. 1978, 冬小麦不同层次叶片中叶绿体超微结构及其功能的研究. 植物学报, 20: 223~228
- [2] 李明启 1980, 作物光合效率与产量的关系及影响光合效率的内在因子. 植物生理学通讯 2: 1~8
- [3] Brinkman, M. A., Prey, K. J., Flag Leaf Physiological analysis of Oat Isolines that differ in grain yield from their Recurrent parents. Crop Science 18: 69~73
- [4] Fisher, D. B., 1967, An unusual layer of cells in the mesophyll of the soybean leaf Bot. Gay., (Chicago) 28: 215~218
- [5] Ford, D. M., and R. Shibles 1988, Photosynthesis and other traits in relation to chloroplast number during soybean leaf senescence. Plant Physiology 86: 108~111
- [6] Klemme, B., Jacobi, G., 1974, The influence of starch on the activity of pyrophosphatase from isolated spinach chloroplasts. Planta(Berl.) 155~162
- [7] Lenz, F., 1979, In photosynthesis and plast development. D. W. Junk Dypublishers—The relague—boston—land on 271~284
- [8] Vincent R. Franceschi and Robert T. Giaquinta., 1983, The paraveinal mesophyll of soybean leaves in relation to assimilate transfer and compartmentation. Planta 175: 422~431
- [9] Watanabe, Iwao, 1973a, Mechanism of varietal difference in photosynthetic rate of soybean leaves. I. Correlations between photosynthetic rates and some chloroplast characters. Proceedings of Crop Science Society of Japan. 42: 377~386

## THE CHLOROPLAST DISTRIBUTION AND ULTRASTRUCTURE IN DIFFERENT TYPES OF CELLS IN SOYBEAN LEAF

Xu Shoumin Miao Yinong Jiang Yanqiu Hu Alin Tong Dejuan

(Biology Department of Northeast Normal University)

### Abstracts

There are large amount of chloroplasts in palisade cells (PC) and spongy cells(SP) of soybean leaf. These chloroplasts are large in number, size, thick with stroma and complex with grana structure. The chloroplasts in vascular bundle sheath cells(VB) and paraveinal mesophyll cells(PVM) are small in number and in size, thin with stroma, and simple with grana structure. Even more, the chloroplasts in vascular bundle parenchyma cell are the fewest in number, smallest in size and the simplest in grana structure. The chloroplasts distribution and their structure in these different cells are related to the fuction and anatomical site of these cells in leaf.

**Key words** Soybean; Leaf cell; Chloroplast; Ultrastructure

### 图 版 说 明

PC I. 第一层栅栏细胞、PC II. 第二层栅栏细胞。SP: 海绵细胞。VB: 维管束鞘细胞。VP: 维管束薄壁细胞。PVM: 平脉叶肉细胞。M: 线粒体。V: 液泡。S: 淀粉粒。W: 细胞壁

#### 图 版 I

- I-1: 叶绿体在不同细胞中的分布, 可见分布的差异。×1067
- I-2: 叶绿体在 PC II、PVM 和 SP 中的分布及形态。×2250
- I-3: 叶绿体在 PC I 中的分布状态。×2500
- I-4: 叶绿体在 PVM 中的分布状态。×6635
- I-5: SP 中叶绿体的形态结构。×4550
- I-6: VP 中叶绿体的分布及形态。×6000

#### 图 版 II

叶绿体在 PC I (II-1, ×24200)、PC II (II-2, ×25251)、SP (II-3, ×16700)、VB (II-4, ×25384)、PVM (II-5, ×17000) 和 VP (II-6, ×18540) 中的超微结构。从中可以看到片层淀粉、淀粉粒及片层排列的差异。

## Explanation of Figures

PCI: The upper palisade cell layer; PCII: The second palisade cell layer; SP: Spongy cell; VB: Vascular bundle sheath cell; PVM: Paraveinal mesophyll cell; VP: Parenchyma cell; M: Mitochondria; V: Vascular; S: Starch; W: Cell wall

## Plate I

The chloroplasts distribution and their morphology in different cells. The chloroplast in different cells (I-1. X1067), The chloroplasts in PCII, PVM and SP (I-2. X2250), PCI (I-3. X2500), PVM (I-4. X6635), SP (I-5. X4550) and in VP (I-6. X6000). It can be seen that there are differences in chloroplast distribution, number, and morphology in different cells.

## Plate II

The chloroplast ultrastructure in different cells.

The chloroplasts in PCI (II-1. X24200), PCII (II-2. X25251), SP (II-3. X16700), VB (II-4. X25384), PVM (II-5. X17000) and in VP (II-6. X18540). These figures show the differences in grana structure, starch and thylakoid arrangement in different cells.

图版 I



