

墨兰幼叶和成熟叶不同部位叶绿体超微结构和光合作用

李爱民¹, 陈泽濂², 叶秀麟²

(1. 怀化师范高等专科学校生物系, 湖南 怀化 418008; 2. 中国科学院华南植物研究所, 广东 广州 510650)

摘要: 墨兰试管苗植株成熟叶片叶绿体基粒较发达, 类囊体膜垛叠较紧密。幼叶叶绿体中少有亲银颗粒, 成熟叶的叶绿体中往往既有亲银颗粒又有淀粉粒。幼叶中基粒数目比成熟叶的少, 叶绿体也比成熟叶的小。幼叶的光合放氧速率比成熟叶的低。幼叶中叶尖部叶绿体最大而叶基部最小, 但叶尖部的光合放氧速率比叶基部小。成熟叶中叶绿体大小及光合放氧速率区别不明显。通过对各部位叶绿素含量的测定发现, 叶绿素含量与光合放氧速率之间没有正相关性。

关键词: 墨兰; 叶绿体超微结构; 叶绿素含量; 光合放氧速率

中图分类号: Q944.56 文献标识码: A 文章编号: 1005-3395(2000)03-0225-04

ULTRASTRUCTURE OF CHLOROPLASTS AND PHOTOSYNTHESIS IN DIFFERENT SECTIONS OF YOUNG AND MATURE LEAVES OF *CYMBIDIUM SINENSE* (ANDR.) WILLD.

LI Ai-min¹, CHEN Ze-lian², YE Xiu-lin²

(1. Department of Biology, Huaihua Normal College, Huaihou 418008, China;

2. South China Institute of Botany, The Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510650, China)

Abstract: Ultrastructural observation of chloroplasts in different sections of young and mature leaves of *Cymbidium sinense* (Andr.) Willd. showed that the grana in chloroplasts of mature leaves were well developed, with tight thylakoid membrane. Osmiophilic granules in young leaves were few, whereas those in mature leaves were many, and so were the starch grains. In comparison with mature leaves, fewer grana, smaller chloroplasts and lower photosynthetic oxygen evolution rate were found in young leaves. In young leaves, chloroplasts in leaf apex were biggest, and in leaf base, smallest, but lower oxygen evolution rate was shown in leaf apex. No significant difference was found in chloroplast size and chlorophyll content among various parts of mature leaves. Chlorophyll content is not in direct proportion to oxygen evolution rate.

Key words: *Cymbidium sinense*; Ultrastructure of chloroplast; Chlorophyll content; Oxygen evolution rate

墨兰 (*Cymbidium sinense* (Andr.) Willd.) 叶长花香, 有观叶赏花价值, 是国兰的优良种类之

一。墨兰花期主要在春节,因而又称报岁兰,全国各地栽培很广,尤以广东栽培最为普遍。有关墨兰叶片结构和功能关系的研究较少^[1,2],特别是在叶片发育过程中有关叶绿体超微结构与光合作用的关系尚未见报道。本文研究了不同时期的叶片及同一叶片不同部位的叶绿体超微结构与光合作用的关系,以及叶绿素含量与光合作用的关系,为墨兰的栽培管理提供理论依据。

1 材料和方法

材料 通过组织培养法培育出植株,选择生长较一致、健康的墨兰,盆栽。

观察方法 选取充分展开的幼叶及成熟叶,戊二醛和锇酸双固定,系列乙醇脱水,Epon812试剂包埋,LKB-2128型切片机切片,厚50-100 nm,醋酸铀和柠檬酸铅染色,JEM-1010型透射电子显微镜观察并照相。

叶绿素含量测定 根据 Arnon^[3]的方法测定。

光合放氧速率测定 用 Clark 氧电极法测定^[4]。

2 结果

2.1 叶绿体的超微结构

墨兰叶片的叶绿体在叶肉细胞中常沿细胞壁分布,其超微结构比较典型,常呈纺锤形,双层膜明显,类囊体膜垛叠较紧密,但在不同的发育时期其结构有变化。在幼叶里,基粒数目较少,类囊体膜的垛叠程度较简单(图版 I: 1-3),很少见到亲银颗粒。叶绿体的大小是从叶尖部向叶基部逐渐变小的(表1)。在成熟叶中,基粒数目增多,类囊体膜的垛叠程度较复杂,含亲银颗粒较多,也有淀粉粒(图版 I: 4-6),叶绿体的大小没有明显差异。成熟叶中的叶绿体较幼叶里的大。

2.2 叶绿素含量

从表2可知,叶绿素的含量是成熟叶高于幼叶,叶尖部高于叶基部。叶绿素 a/b 值虽然成熟叶比幼叶略高,但同一叶片的不同部位除幼叶基部较低外,其比值基本不变。

表1 幼叶和成熟叶叶绿体结构比较

Table 1 Comparison of chloroplast structure in young and mature leaves

叶龄 Leaf	部位 Leaf section	长径 Length (μm)	短径 Width (μm)	基粒 Grana	亲银颗粒 Osmiophilic granules	淀粉粒 Starch grains
幼叶 Young	叶尖Apex	5.7-7.4	3.1-3.7	少Few	少Few	无Absent
	叶中Middle	3.6-4.5	2.1-2.5	少Few	少Few	无Absent
	叶基Base	2.2-3.0	1.5-2.0	少Few	少Few	无Absent
成熟叶 Mature	叶尖Apex	7.5-8.0	3.1-3.5	多Many	多Many	少Few
	叶中Middle	6.5-7.2	3.2-3.5	多Many	较少A few	少Few
	叶基Base	7.0-8.0	3.0-4.0	多Many	少Few	较多More

表2 叶绿素含量和叶绿素 a/b 比值

Table 2 Chlorophyll contents and chlorophyll a/b ratio in leaves

叶龄 Leaf	部位 Leaf section	叶绿素 a Chl a	叶绿素 b Chl b	总叶绿素 Total Chl	Chl a/b
		($\mu\text{g mg}^{-1}$ FW)			
幼叶 Young	叶尖Apex	2.42 ± 0.10	0.91 ± 0.02	3.34 ± 0.11	2.67 ± 0.04
	叶中Middle	1.92 ± 0.03	0.74 ± 0.02	2.66 ± 0.04	2.60 ± 0.02
	叶基Base	1.06 ± 0.06	0.46 ± 0.01	1.52 ± 0.06	2.28 ± 0.04
成熟叶 Mature	叶尖Apex	2.80 ± 0.09	1.01 ± 0.03	2.81 ± 0.12	2.77 ± 0.01
	叶中Middle	2.57 ± 0.10	0.94 ± 0.02	3.50 ± 0.12	2.74 ± 0.05
	叶基Base	2.28 ± 0.07	0.85 ± 0.03	3.12 ± 0.10	2.69 ± 0.03

2.3 叶片的光合放氧速率

从表3可知, 成熟叶的光合放氧速率(约 $0.88 \mu\text{mol O}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$)略高于幼叶的光合放氧速率(约 $0.65 \mu\text{mol O}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$), 同一叶片叶基部的放氧速率最大, 叶尖部的放氧速率最小。虽然幼叶的光饱和点(约 $180 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)比成熟叶的光饱和点(约 $100 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)高, 但总的说来, 叶片光饱和点仍然很低, 说明墨兰是典型的阴生植物。

表3 不同叶片部位的放氧速率($\mu\text{mol O}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$)

Table 3 Oxygen evolution rate in different sections of young and mature leaves

光强 Light intensity ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)	幼叶 Young leaves			成熟叶 Mature leaves		
	叶尖 Apex	叶中 Middle	叶基 Base	叶尖 Apex	叶中 Middle	叶基 Base
33	0	0	0	0	0	0
45				0.41 ± 0.005	0.43 ± 0.006	0.61 ± 0.010
60	0.26 ± 0.008	0.31 ± 0.007	0.39 ± 0.010	0.52 ± 0.012	0.69 ± 0.012	0.80 ± 0.012
96	0.36 ± 0.010	0.39 ± 0.011	0.49 ± 0.012	0.69 ± 0.012	0.71 ± 0.012	0.83 ± 0.013
135	0.46 ± 0.013	0.52 ± 0.016	0.62 ± 0.016	0.79 ± 0.007	0.81 ± 0.010	0.88 ± 0.007
165				0.81 ± 0.012	0.81 ± 0.006	0.87 ± 0.003
170	0.51 ± 0.006	0.56 ± 0.025	0.65 ± 0.009			
220	0.51 ± 0.005	0.60 ± 0.012	0.65 ± 0.009			

3 讨论

叶绿体是植物进行光合作用的场所, 叶绿体超微结构与光合作用是密切相关的。从叶绿体的大小来看, 成熟叶比幼叶大, 光合放氧速率也是成熟叶比幼叶高, 但是幼叶叶尖部叶绿体比叶基部叶绿体大许多, 而光合放氧速率反而是叶尖部比叶基部小。因此, 叶绿体的大小并不与光合放氧速率呈正比。一般认为亲银颗粒的增加是衰老叶片的一般特征^[5,6], 成熟叶叶尖的叶绿体中含较多的亲银颗粒, 呈衰老状态, 故其光合放氧速率比叶基部低。叶基部叶绿体含亲银颗粒少而含淀粉粒多, 也表明其光合作用较强而有较多淀粉储藏。叶庆生等^[1]没有观察到叶绿体中含淀粉粒, 这可能与叶片的发育时期和取材部位有关。

幼叶基部的叶绿素含量很低, 但是其光合放氧速率却最大。成熟叶基部叶绿素含量较少而光合放氧速率在不同部位中相近。叶庆生等^[2]也发现三年龄墨兰叶片叶绿素含量最高而光合放氧速率却最小。这说明光合放氧速率与叶绿素含量之间并不存在正相关性^[7]。左宝玉等^[5]对冬小麦叶片的研究发现, 冬小麦旗叶的叶绿素含量比第五叶高, 叶绿素 a/b 比值比第五叶低, 但是旗叶的光系统 II 和光合磷酸化活性均比第五叶高。由于光合作用是很复杂的能量转换过程, 影响它的因素很多。在结构方面不仅与叶绿素的总量有关, 还与类囊体膜的垛叠程度以及叶绿素在膜上的分布状态有关。

致谢:

本研究得到中国科学院华南植物研究所孙谷畴研究员、韩朝红硕士和电镜室的大力支持, 特此致谢。

参考文献:

- [1] 叶庆生, 潘瑞炽, 丘才新. 墨兰叶片结构及光合作用的研究 [J]. 植物学报, 1992, 34(10):771-776.
- [2] 叶庆生, 潘瑞炽, 丘才新. 不同叶龄墨兰叶片光合和呼吸的变化 [J]. 华南师范大学学报(自然科学版) 生物学专刊, 1992, 1-5.
- [3] Arnon D I. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris* [J]. Plant Physiol, 1949, 24: 1-15.
- [4] 上海植物生理学会. 植物生理学实验手册 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1985, 100-104.
- [5] 左宝玉, 段续川. 冬小麦不同层次叶片中叶绿体超微结构及其功能的研究 [J]. 植物学报, 1978, 20(3):221-228.
- [6] 洪维廉, 陈睦传, 陈绍潘, 等. 甜菊不同叶龄细胞叶绿体超微结构研究 [J]. 植物学报, 1984, 26(1):109-111.
- [7] 索尔兹伯里 F B, 罗斯 C. 北京大学生物系, 等译. 植物生理学 [M]. 北京: 科学出版社, 1969.

图版说明

SG—淀粉粒 Starch grain; OG—亲银颗粒 Osmiophilic granule; G—基粒 Grana

1. 幼叶尖部叶绿体, $\times 10\ 000$; 2. 幼叶中部叶绿体, $\times 20\ 000$; 3. 幼叶基部叶绿体, $\times 250\ 000$;
4. 成熟叶尖部叶绿体, $\times 10\ 000$; 5. 成熟叶中部叶绿体, $\times 10\ 000$; 6. 成熟叶基部叶绿体, $\times 8\ 000$.

Explanation of plate

- 1-3. Chloroplast of young leaves. 1. Leaf apex. $\times 10\ 000$; 2. Middle part of the leaf. $\times 20\ 000$; 3. Leaf base. $\times 250\ 000$;
- 4-6. Chloroplast of mature leaves. 4. Leaf apex. $\times 10\ 000$; 5. Middle part of the leaf. $\times 10\ 000$; 6. Leaf base. $\times 8\ 000$.