

白菜不同倍性材料间光合特性差异研究

侯喜林^{1*} 徐明宇¹ 张蜀宁²

(¹南京农业大学作物遗传与种质创新国家重点实验室, 江苏南京 210095; ²南京农业大学园艺学院, 江苏南京 210095)

摘要: 以白菜‘短白梗’的二、四倍体为材料, 研究它们的光合特性发现, 秋季晴天的 P_n 日变化四倍体与二倍体类似, 都呈单峰型曲线。短白梗四倍体中光合色素含量略高于二倍体, 但差异不显著, 叶绿素 a/b 比值在二、四倍体间差异也不显著。四倍体的叶绿体的长度和宽度均显著高于二倍体, 基粒片层加厚, 结构致密有序。

关键词: 白菜; 倍性; 二倍体; 四倍体; 光合特性; 叶绿体

中图分类号: S 634.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 0513-353X (2006) 06-1338-03

Study on Differences of Photosynthetic Characteristics in Diploid and Tetraploid of Non-heading Chinese Cabbage

Hou Xilin^{1*}, Xu Mingyu¹, and Zhang Shuning²

(¹State Key Laboratory of Crop Genetics and Germplasm Enhancement, Nanjing Agricultural University, Nanjing, Jiangsu 210095, China; ²College of Horticulture, Nanjing Agricultural University, Nanjing, Jiangsu 210095, China)

Abstract: The diploid and tetraploid of non-heading Chinese cabbage ‘Duanbaigeng’, were used in this research. The diurnal change of P_n with single peak pattern in tetraploid was similar to diploid. No significant difference was found in photosynthetic pigment content and chlorophyll a/b ratio between diploid and tetraploid. Chloroplast size was bigger and grana stack was thicker in tetraploid than that in diploid.

Key words: Non-heading Chinese cabbage; Ploidy; Diploid; Tetraploid; Photosynthetic characteristics; Chloroplast

1 目的、材料与方法

近些年来, 生产上开始应用四倍体白菜, 过去的研究主要集中在多倍体的细胞遗传学特性和外部形态特征上, 而对其光合特性的报道很少^[1]。本研究主要探讨了二倍体、四倍体, 白菜的光合速率、光合色素含量、叶绿体超微结构等方面的差异, 并丰富白菜的光合生理研究, 也为其倍性育种提供一定的理论依据。

供试材料为白菜 (*Brassica campestris* ssp. *chinensis* Makino) 二倍体‘短白梗’和四倍体‘短白梗’, 由南京农业大学园艺学院白菜课题组提供。试验于 2003 年 9 月至 2005 年 6 月在南京农业大学卫岗校区进行。试验材料播种于营养钵内, 于园艺学院玻璃温室中常规管理, 在 12~16 片叶莲座期测定其光合功能叶的各项光合生理指标。

选择秋季晴天 (2004 年 11 月 6 日), 用 LI-6400 光合仪测定各供试材料光合功能叶 (第 5~7 片叶) 的净光合速率。从早晨 7:00 至下午 17:00, 每小时测定 1 次, 每材料测定 6 株, 取平均值。供试材料中光合色素含量的测定及叶绿体超微结构的观察均参照文献 [2] 进行。

收稿日期: 2006-06-26; 修回日期: 2006-08-21

基金项目: 江苏省高新技术研究项目资助 (BG2004311)

* 通讯作者 Author for correspondence (E-mail: hxl@njau.edu.cn)

2 结果分析与讨论

2.1 不同倍性材料间秋季晴天光合速率的日变化

由图 1 可知，在秋季晴天，白菜短白梗二倍体和四倍体的光合速率日变化曲线均呈单峰型。上午随着光强和温度的升高，Pn 持续增大，最高值出现在中午 12 00 左右，二倍体为 $13.2 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ，四倍体为 $15.5 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ，午后两个材料的 Pn 值均持续下降。

在全天变化中，二倍体材料的 Pn 始终比四倍体材料低，说明二倍体材料的光合速率可通过染色体加倍而增大。

2.2 不同倍性材料间光合色素差异比较

如表 1 所示，短白梗四倍体的各项光合色素含量绝对值均略高于二倍体，但除叶绿素 a 含量两者间差异显著外，其它光合色素含量差异均不显著。叶绿素 a/b 比值在短白梗二、四倍体间差异不显著。说明光合色素的含量和比值主要与品种特性相关，与倍性关系不大，这与前人在西瓜上的研究结果相似^[3]。

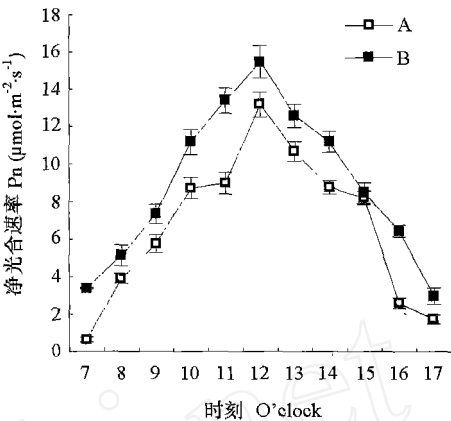


图 1 ‘短白梗’二倍体 (A) 和四倍体 (B) 光合速率日变化

Fig 1 The diurnal change of Pn in diploid ‘Duanbaigeng’ and tetraploid ‘Duanbaigeng’ in autumn sunny day

表 1 ‘短白梗’二倍体和四倍体的色素含量

Table 1 Pigment content in diploid and tetraploid ‘Duanbaigeng’

品种 Cultivars	Chl. a ($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1} \text{FM}$)	Chl. b ($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1} \text{FM}$)	Chl. (a + b) ($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1} \text{FM}$)	Chl. a/b	类胡萝卜素 Carotenoid ($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1} \text{FM}$)
短白梗二倍体 Diploid Duanbaigeng	0.518 bA	0.158 a	0.677 a	3.279 a	0.131 a
短白梗四倍体 Tetraploid Duanbaigeng	0.638 aA	0.178 a	0.817 a	3.598 a	0.152 a

注：不同大小写字母分别代表 0.01 和 0.05 水平差异显著。
Note: The different capital and small letters represented significance at 0.01 and 0.05 level respectively

2.3 不同倍性材料间叶绿体超微结构差异比较

通过对短白梗白菜不同倍性材料叶绿体超微结构的观察发现：二倍体和四倍体间在每个细胞叶绿体数、叶绿体大小及叶绿体基粒片层厚度上存在显著差异。

如表 2 所示，二倍体莲座叶中，平均每个叶肉细胞中叶绿体个数为 13.5 个，其对应四倍体中为 13.9 个，两者间差异不显著；两个材料中，每个叶绿体中的淀粉粒数差异不显著，四倍体中淀粉粒数略多于二倍体。但在叶绿体大小指标上，倍性材料间差异极显著，四倍体叶绿体长度和宽度均大于二倍体，表明四倍体材料的叶绿体明显增大。

表 2 ‘短白梗’二倍体和四倍体的叶绿体比较

Table 2 Chloroplast in diploid and tetraploid ‘Duanbaigeng’

品种 Cultivars	叶绿体数/叶肉细胞 Chloroplast number/Cell	叶绿体大小 Chloroplast size		淀粉粒数/叶绿体 Strach grains number/ Chloroplast
		长 Length (μm)	宽 Wide (μm)	
短白梗二倍体 Diploid Duanbaigeng	13.5 a	5.38 B	2.00 B	1.4 a
短白梗四倍体 Tetraploid Duanbaigeng	13.9 a	6.62 A	3.21 A	2.1 a

注：不同大小写字母分别代表 0.01 和 0.05 水平差异显著。
Note: The different capital and small letters represented significance at 0.01 and 0.05 level respectively

通过电镜照片观察可知,短白梗二倍体的淀粉粒体积甚大,几乎充满了整个叶绿体内腔,这是二倍体叶绿体超微结构的显著特征(图2,1)。二倍体中由于其淀粉粒特别大,将基粒片层挤至叶绿体内膜边缘,基粒片层较薄,且垛叠致密,这不利于光合速率的提高。四倍体中,叶绿体的基粒片层和基质片层都很丰富,基粒片层明显加厚,结构致密有序,分布均匀(图2,2),这表明四倍体具有良好的光合性能,故Pn值有所提高。

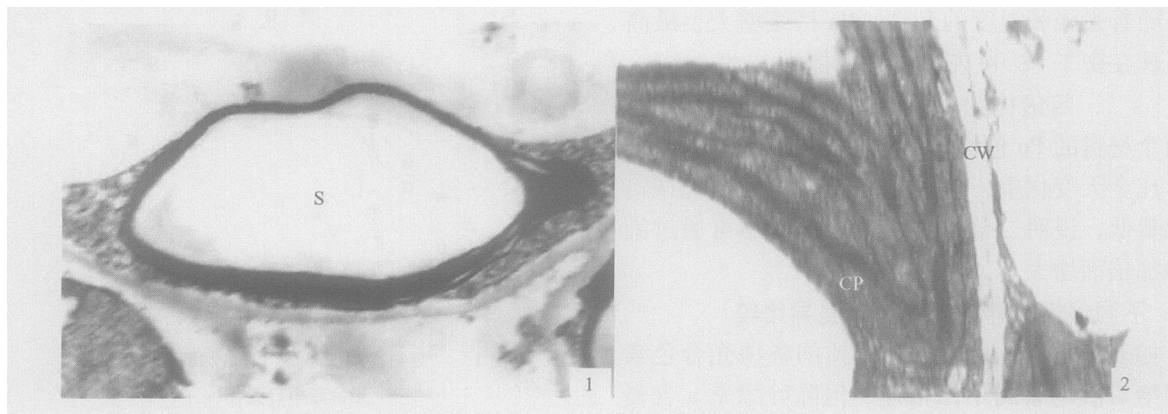


图2 ‘短白梗’二、四倍体叶片叶绿体的超微结构

CP. 叶绿体; CW. 细胞壁; S. 淀粉粒。

1. 短白梗二倍体电镜照片 ($\times 14\,000$); 2. 短白梗四倍体电镜照片 ($\times 29\,000$)。

Fig. 2 Ultrastructure of chloroplast in diploid and tetraploid ‘Duanbaigeng’

CP. Chloroplast; CW. Cell Wall; S. Starch particle

1. The electron microscope photo of diploid Duanbaigeng ($\times 14\,000$);

2. The electron microscope photo of tetraploid Duanbaigeng ($\times 29\,000$).

参考文献:

- Garrett M K. Control of photorespiration and RuBP carboxylase/oxygenase level in ryegrass cultivars. *Nature*, 1978 (274): 913~915
- 史公军, 侯喜林, 袁建玉. 白菜胞质雄性不育系及保持系叶片色素含量及其超微结构. *南京农业大学学报*, 2004, 27 (4): 31~35
- Shi G J, Hou X L, Yuan J Y. Pigment contents and ultrastructure of leaf on cytoplasmic male sterile lines and their maintainer of non-heading Chinese cabbage. *Journal of Nanjing Agricultural University*, 2004, 27 (4): 31~35 (in Chinese)
- 刘文革, 阎志红, 王 鸣. 不同染色体倍性西瓜光合色素的研究. *中国西瓜甜瓜*, 2003 (1): 1~3
- Liu W G, Yan Z H, Wang M. Study on pigment content in different-diploid watermelon. *Chinese Watermelon and Melon*, 2003 (1): 1~3 (in Chinese)