

# 遮荫对盆栽一品红光合特性及生长的影响

潘远智<sup>1,2</sup> 江明艳<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>四川农业大学林学院园艺学院, 雅安 625014; <sup>2</sup>中国林业科学研究院林业研究所, 北京 100091)

**摘 要:** 研究了不同程度的遮荫 (0, 50%, 75%) 对一品红光合特性及生长的影响。结果表明, 一品红具有较高的光饱和点和较低的光补偿点, 是对光照强度适应能力较强的阳性植物, 但不同栽培品种对遮荫环境的适应性有较大差异。遮荫使一品红叶绿素含量增加, 叶色浓绿, 但降低光合速率, 减少叶片中可溶性糖和可溶性蛋白质含量, 抑制侧枝的生长, 使花头直径、红色苞叶面积减小, 苞叶花青素苷含量降低。

**关键词:** 一品红; 遮荫; 光合特性; 观赏品质

**中图分类号:** S 685.23 **文献标识码:** A **文章编号:** 0513-353X (2006) 01-0095-06

## Effects of Shade on the Photosynthetic Characteristics and Growth of Poinsettia

Pan Yuanzhi<sup>1,2</sup> and Jiang Mingyan<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>College of Forestry and Horticultural, Sichuan Agricultural University, Ya'an 625014, China; <sup>2</sup>The Research Institute of Forestry, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China)

**Abstract:** The effects of shade degrees 100%, 50% and 25% of full sunlight on the growth and photosynthetic characteristics of poinsettia 'Prestige' and 'Red Velvet' were examined. The results indicated that poinsettia was a sun plant with high light-saturation point and low light-compensation point. But the shade tolerance of different cultivars was different. Under shade conditions, the contents of chlorophyll increased and leaf color greener, but their net photosynthetic rates, the contents of soluble sugars and proteins in leaves decreased and the growth of lateral shoots were inhibited, resulting in decreasing of flower diameters, red bract areas, contents of anthocyanidin in bracts finally.

**Key words:** Poinsettia (*Euphorbia pulcherrima* Willd); Shade; Photosynthetic characteristics; Ornamental value

一品红 (*Euphorbia pulcherrima* Willd) 原产于热带, 在我国大部分地区只能在温室中栽培, 因此温室环境的控制是提高一品红盆花商品价值的重要手段。目前对一品红的研究主要集中在温度、肥料和光周期调控上<sup>[1,2]</sup>, 然而在生产实践中, 夏季室内温度过高易导致裂枝现象和病虫害, 并抑制一品红的生长, 需用遮荫网降低室内温度, 而其它季节又须适当补充光照。本研究探讨了遮荫对一品红生长、光合生理和观赏价值的影响, 为改善一品红的生长环境和提高栽培技术提供一定的理论依据。

## 1 材料与方法

试验于 2003 年 6 月至 2004 年 5 月在四川农业大学园林系教学实习基地内进行, 以 '天鹅绒' 和 '威望' 两个一品红栽培品种为试验材料。盆栽用土为营养土 蛭石 煤渣 = 8 : 1 : 1, pH 6.0 左右。采用广州大汉园景公司出售的一品红专用肥 "花多多", 营养生长期使用 "花多多 8 号" (N : P : K = 20 : 10 : 20), 生殖生长期使用 "花多多 3 号" (N : P : K = 15 : 20 : 25)。生长过程中保证除处理因素外其他栽培条件一致。

收稿日期: 2005 - 03 - 18; 修回日期: 2005 - 07 - 01

基金项目: 四川省科技厅攻关项目 (04NG020-011)

采用二因素随机区组试验。自制木质棚架,用市售透光率 50%的黑色遮荫网进行遮荫处理,分别覆盖一层(遮荫度为 50%)和两层(遮荫度为 75%),以自然光照为对照。各处理小棚面积为  $2.4\text{ m}^2$ ,棚内随机摆放盆栽一品红 18 盆(两品种各设 3 次重复,3 盆为 1 重复)。6 月下旬待扦插生根苗缓苗后进行第 1 次摘心,每盆保留 3~5 个侧芽。7 月 5 日开始进行遮荫处理,分别在生长前期(处理 20 d)、中期(处理 50 d、70 d)、后期(处理 105 d)测定一级侧枝的形态指标(长度、茎粗、总叶面积)和生理指标(光合速率、叶绿素含量、比叶面积、可溶性糖和可溶性蛋白质含量)。处理 105 d 后去除遮荫网,并于盛花期测定各处理花头的直径、红色苞叶面积和苞叶花青素苷含量。

针对不同上市时间,一品红在生产中通常进行 1 次或 2 次摘心。故在每个重复中选择 1 盆于 8 月下旬进行二次摘心,遮荫处理 85 d,测定二级侧枝相关形态及生理指标,盛花期同样测定花头的相关指标。

光合特性测定采用美国 LICOR 公司生产的 LI-6400 便携式光合测定仪,其它生理指标按常规方法测定<sup>[3,4]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 遮荫对一品红侧枝生长的影响

遮荫抑制了一品红侧枝的伸长生长和加粗生长,并使总叶面积减小(表 1~3)。(1)遮荫度越大,枝条越细;(2)两层遮荫明显抑制侧枝的伸长,但一层遮荫时,‘威望’的一级侧枝长度并未出现显著变化;‘天鹅绒’的一级侧枝则在前中期出现徒长,后期明显短于对照;(3)遮荫使叶片数量和平均单叶面积减小,从而使侧枝总叶面积减少;‘威望’对一层遮荫有较强的适应能力,一、二级侧枝在长期遮荫处理后总叶面积与对照无显著差异。

### 2.2 遮荫对一品红光合特性的影响

2.2.1 一品红的光响应曲线 选择晴朗天气的上午,测定自然光下一品红叶片的光合作用—光响应曲线,并对测得的数据拟合出光强—光合速率曲线方程(图 1),并对两方程求极大值和  $y=0$  时的  $x$  值,得到两品种的光饱和点(‘威望’  $1545\text{ }\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ;‘天鹅绒’  $1817\text{ }\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ )和光补偿点(‘威望’  $13.34\text{ }\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ;‘天鹅绒’  $14.75\text{ }\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ )。

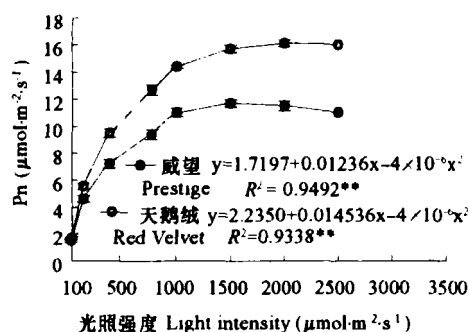


图 1 一品红叶片光合速率 (Pn) — 光响应曲线

Fig 1 Net photosynthetic rate-light response curves of leaves of poinsettia

表 1 遮荫对一品红侧枝茎粗的影响

Table 1 Effects of shade on lateral shoots diameters of poinsettia

(cm)

品种 Cultivar	处理 Treatment	一级侧枝 First-degree lateral shoots			二级侧枝 Second-degree lateral shoots
		20 d	50 d	105 d	85 d
威望 Prestige	全光照 Full sunlight	0.345 ±0.009Aa	0.711 ±0.025Aa	0.827 ±0.047Aa	0.337 ±0.018Aa
	一层遮荫 One layer of gauze	0.300 ±0.012Bb	0.626 ±0.016Bb	0.797 ±0.036Ab	0.317 ±0.022Bb
	两层遮荫 Two layers of gauze	0.269 ±0.013Cc	0.492 ±0.020Cc	0.646 ±0.029Bc	0.256 ±0.007Cc
天鹅绒 Red Velvet	全光照 Full sunlight	0.336 ±0.017Aa	0.684 ±0.034Aa	0.863 ±0.043Aa	0.363 ±0.016Aa
	一层遮荫 One layer of gauze	0.283 ±0.016Bb	0.608 ±0.026Bb	0.775 ±0.056Bb	0.307 ±0.006Bb
	两层遮荫 Two layers of gauze	0.237 ±0.018Cc	0.481 ±0.015Cc	0.672 ±0.022Cc	0.255 ±0.016Cc

注:表中数据为同一处理 3 次重复的平均值 ±SD。邓肯氏新复极差法检验,大、小写字母分别表示  $P=0.01$  和  $P=0.05$  时的显著水平。下同。

Note: Data are mean value ±SD of three repetitions in the same treatment. Capital and lower case letters indicated significance of  $P=0.01$  or  $P=0.05$  respectively by Duncan's significant test. The same below.

表 2 遮荫对一品红侧枝长度的影响

Table 2 Effects of shade on length of lateral shoots of poinsettia

(cm)

品种 Cultivar	处理 Treatment	一级侧枝 First-degree lateral shoots			二级侧枝 Second- degree lateral shoots
		20 d	50 d	105 d	85 d
威望 Prestige	全光照 Full sunlight	4.82 ±0.16Aa	17.62 ±0.89Aa	30.57 ±2.86Aa	8.51 ±0.52Aa
	一层遮荫 One layer of gauze	5.43 ±0.32Aa	16.17 ±0.49Aa	32.10 ±0.48Aa	8.54 ±0.70Aa
	两层遮荫 Two layers of gauze	4.45 ±0.29Aa	12.65 ±0.67Bb	24.49 ±1.8Bb	6.64 ±0.42Bb
天鹅绒 Red Velvet	全光照 Full sunlight	7.12 ±0.79Bb	22.15 ±1.58Bb	50.27 ±1.03Aa	13.72 ±0.96Aa
	一层遮荫 One layer of gauze	9.12 ±0.88Aa	26.02 ±1.05Aa	40.85 ±1.58Bb	7.59 ±1.15Bb
	两层遮荫 Two layers of gauze	8.01 ±0.62Ab	22.07 ±1.23Bb	32.90 ±0.94Cc	6.94 ±1.32Bb

表 3 遮荫对一品红侧枝总叶面积影响

Table 3 Effects of shade on total leaf areas of lateral shoots of poinsettia

(cm<sup>2</sup>)

品种 Cultivar	处理 Treatment	一级侧枝 First-degree lateral shoots			二级侧枝 Second- degree lateral shoots
		20 d	50 d	105 d	85 d
威望 Prestige	全光照 Full sunlight	244.6 ±16.7Aa	789.3 ±43.14Aa	1333.4 ±57.6Aa	239.7 ±17.2Aa
	一层遮荫 One layer of gauze	188.0 ±11.6Bb	688.7B ±25.1Bb	1371.1 ±45.6Aa	231.4 ±14.1Aa
	两层遮荫 Two layers of gauze	152.5 ±13.1Cc	457.5 ±23.2Cc	848.9 ±30.5Bb	146.3 ±10.0Bb
天鹅绒 Red Velvet	全光照 Full sunlight	245.8 ±10.4Aa	699.4 ±45.4Aa	1404.7 ±52.8Aa	282.1 ±19.4Aa
	一层遮荫 One layer of gauze	199.6 ±21.1Bb	625.3 ±27.6Bb	1112.2 ±38.6Bb	214.2 ±15.9Bb
	两层遮荫 Two layers of gauze	176.3 ±21.5Bc	409.0 ±27.8Cc	806.4 ±29.2Cc	168.1 ±15.0Cc

2.2.2 遮荫对一品红净光合速率的影响 一级侧枝处理 45 d后在遮荫棚内测定各处理叶片的净光合速率，随后将处理后的植株放在自然光下测定其光合速率。结果表明：随着遮荫程度的增加，叶片的光合速率大幅度下降（表 4）。同时，长期遮荫处理使一品红植株对弱光产生了光合适应，即经过遮荫处理的植株（特别是两层遮荫处理）放在强光（自然光）下净光合速率反而下降（表 4）。

2.2.3 遮荫对一品红叶片叶绿素含量的影响 如图 2所示，全光照下一品红两个品种不同生长期

表 4 遮荫对一品红净光合速率的影响

Table 4 Effects of shade on net photosynthetic rates of poinsettia

(μmol · m<sup>-2</sup> · s<sup>-1</sup>)

品种 Cultivar	处理 Treatment	自然光 Full sunlight	遮荫棚 Shade condition
威望 Prestige	全光照 Full sunlight	10.07 ±0.87	-
	一层遮荫 One layer of gauze	9.00 ±0.48	8.52 ±0.26
	两层遮荫 Two layers of gauze	3.87 ±0.22	4.68 ±0.19
天鹅绒 Red Velvet	全光照 Full sunlight	11.67 ±0.82	-
	一层遮荫 One layer of gauze	8.79 ±0.59	9.69 ±0.83
	两层遮荫 Two layers of gauze	3.66 ±0.13	7.48 ±0.24

注：表中数据为 9株的平均值 ±SD。

Note: Data presented in the table were means ±SD of nine plants

叶片中的叶绿素含量和叶绿素 a/b比值有相同的变化趋势，前期叶绿素含量较低是因为叶片的快速伸展，中期含量的增加反映了生理活动的旺盛进行，后期含量下降则与叶片的衰老有关。遮荫处理的前中期，一级侧枝叶片叶绿素含量显著增加，但在生长后期下降幅度均远大于对照，说明生长后期遮荫会加速叶绿素的分解。在一层遮荫的情况下，叶绿素含量虽然在后期下降幅度较大，但最终略高于对照；而在两层遮荫的情况下，叶绿素含量在生长中期就开始下降，最终含量低于对照。

遮荫更有利于促进一品红叶片中叶绿素 b的合成。在一层遮荫的情况下，两品种叶绿素 a/b比值各时期均显著低于对照（仅‘威望’在后期略高于对照）；但在两层遮荫的情况下两品种均在前期有最低的叶绿素 a/b比值，而中后期叶绿素 a/b比值显著增加，不同的是‘威望’叶绿素 a/b比值始终低于对照，而‘天鹅绒’则高于对照。

二级侧枝处理 85 d后，其叶片叶绿素含量及叶绿素 a/b比值的变化与一级侧枝相似。一层遮荫处理下，两品种叶绿素含量均高于对照，叶绿素 a/b比值低于对照，有利于对环境中弱光的利用，表明一品红对一层遮荫有较强的适应能力；在两层遮荫处理下，叶绿素含量下降，叶绿素 a/b比值先降

后升,说明过度遮荫抑制一品红叶绿素(特别是叶绿素b)的合成。

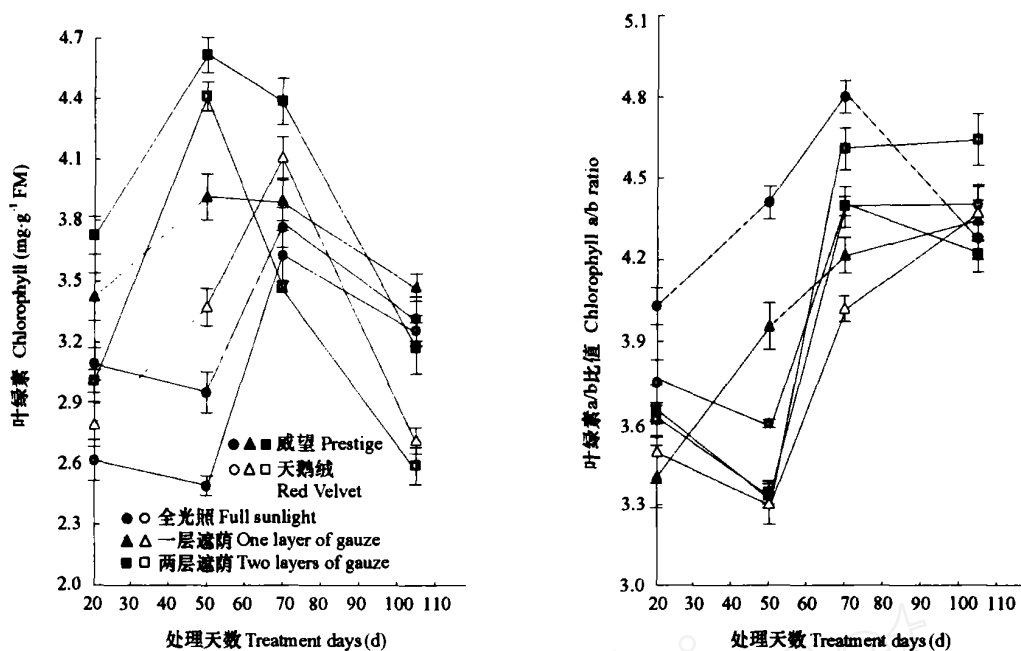


图2 遮荫对一品红一级侧枝叶片叶绿素含量和叶绿素 a/b 比值的影响

Fig. 2 Effects of shade on chlorophyll contents and chlorophyll a/b ratio in leaves of first-degree lateral shoots of poinsettia

### 2.3 遮荫对一品红生理特性的影响

随着遮荫度的增加,两品种一级侧枝叶片中可溶性蛋白质的含量均下降,但‘威望’在一层遮荫的短期处理过程中(前中期)受影响较小(图3)。

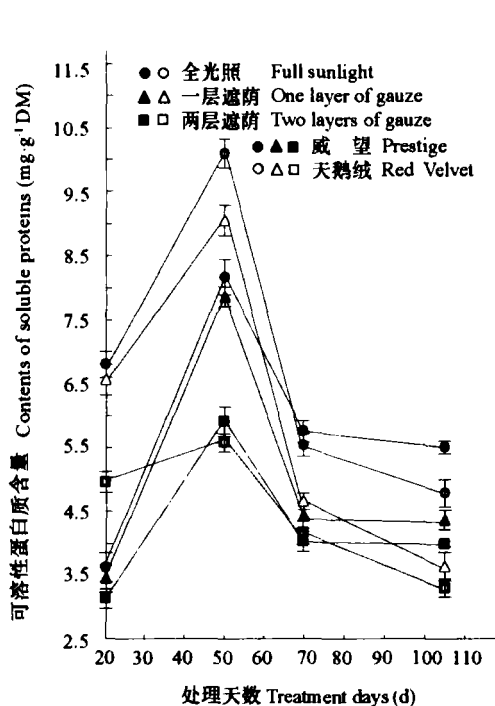


图3 遮荫对一品红一级侧枝叶片可溶性蛋白质含量的影响  
Fig. 3 Effects of shade on the contents of soluble proteins of first-degree lateral shoots of poinsettia

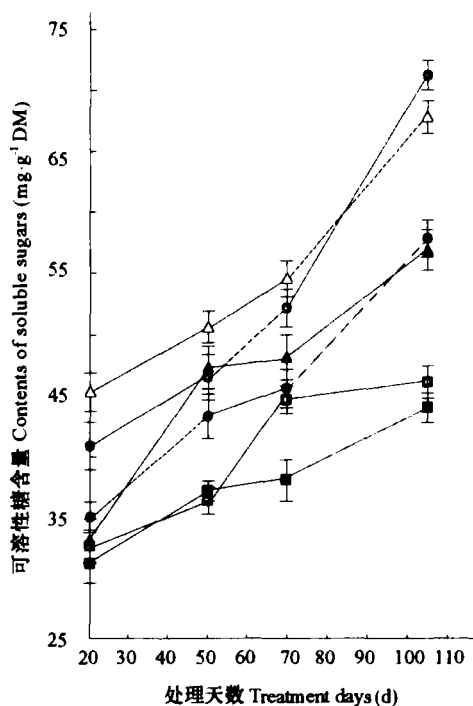


图4 遮荫对一品红一级侧枝叶片可溶性糖含量的影响  
Fig. 4 Effects of shade on the contents of soluble sugars of first-degree lateral shoots of poinsettia

遮荫对一品红侧枝叶片中可溶性糖含量的影响较为复杂 (图 4)。(1) 两层遮荫大幅度降低一级侧枝叶片中可溶性糖的含量；(2) 一层遮荫处理下，‘天鹅绒’在前中期、‘威望’在中期叶片中可溶性糖含量反而较对照高 (这可能是因为这些时段一层遮荫对一品红叶片中可溶性糖运输和转化速率的影响大于对其合成的影响)，中后期可溶性糖含量的增加程度不及对照，最终仅略低于对照；(3) ‘天鹅绒’叶片可溶性糖含量受遮荫的影响大于‘威望’。

一品红一级侧枝的比叶面积随遮荫程度的增加而增加 (图 5)。比叶面积反映了植株营养物质的积累情况，其值越大表明叶片单位面积鲜质量越小。在一层遮荫的情况下，‘威望’比叶面积的变化较小，说明‘威望’对一层遮荫的适应能力较强。

表 5 的统计结果反映了遮荫对二级侧枝叶片的生理活性产生的影响。(1) 与一级侧枝相似，随着遮荫程度的增加，二级侧枝叶片的比叶面积显著增加，可溶性蛋白质和可溶性糖的含量显著下降；(2) 遮荫对二级侧枝叶片可溶性糖的影响远大于一级侧枝，即使是一层遮荫也会导致可溶性糖含量显著降低。

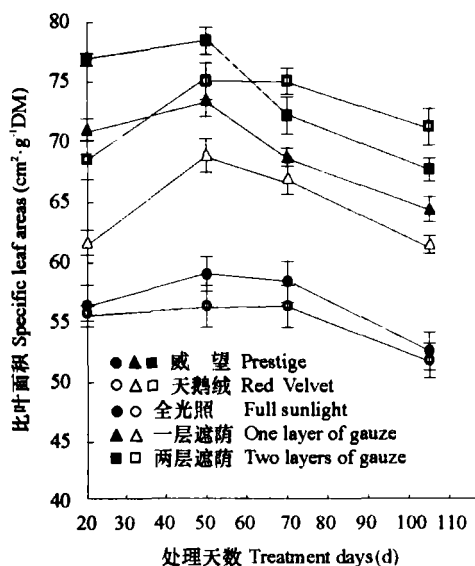


图 5 遮荫对一品红一级侧枝比叶面积的影响

Fig 5 Effects of shade on the specific leaf areas of first-degree lateral shoots of poinsettia

表 5 遮荫对二级侧枝叶片比叶面积、可溶性蛋白质、可溶性糖含量的影响

Table 5 Effects of shade on the specific leaf areas, the contents of soluble proteins and sugars in leaves from second-degree lateral shoots of poinsettia

品种 Cultivar	处理 Treatment	比叶面积 Specific leaf area (cm <sup>2</sup> · g <sup>-1</sup> DM)	可溶性蛋白质 Soluble proteins (mg · g <sup>-1</sup> DM)	可溶性糖 Soluble sugars (mg · g <sup>-1</sup> DM)
威望 Prestige	全光照 Full sunlight	55.76 ±1.23Cc	4.61 ±0.17Aa	46.67 ±1.53Aa
	一层遮荫 One layer of gauze	61.70 ±1.62Bb	4.24 ±0.12Bb	44.10 ±1.76Ab
	两层遮荫 Two layers of gauze	68.00 ±1.74Aa	3.51 ±0.17Cc	37.06 ±1.04Bb
天鹅绒 Red Velvet	全光照 Full sunlight	48.47 ±1.84Cc	4.58 ±0.17Aa	47.91 ±1.27Aa
	一层遮荫 One layer of gauze	60.34 ±1.65Bb	4.16 ±0.10Bb	36.70 ±1.48Bb
	两层遮荫 Two layers of gauze	69.19 ±1.60Aa	3.06 ±0.14Cc	30.80 ±1.47Cc

表 6 遮荫对一品红花头观赏品质的影响

Table 6 Effects of shade on the flower's ornamental value of poinsettia

品种		处理	花头直径	红色苞叶面积	花青素苷含量
Cultivar		Treatment	Flower diameters(cm)	Red bract areas(cm <sup>2</sup> )	Contents of anthocyanidin (mmol · cm <sup>-1</sup> )
威望 Prestige	一级侧枝	全光照 Full sunlight	18.84 ±0.24Aa	400.14 ±28.25Aa	189.38 ±4.76Aa
	First-degree	一层遮荫 One layer of gauze	18.06 ±0.67Aa	381.56 ±27.85Aa	177.12 ±4.62Ab
	lateral shoots	两层遮荫 Two layers of gauze	13.94 ±0.42Bb	251.84 ±19.39Bb	146.08 ±1.45Bc
	二级侧枝	全光照 Full sunlight	11.80 ±0.44Aa	131.75 ±2.74Aa	166.49 ±2.48Aa
	Second-degree	一层遮荫 One layer of gauze	10.67 ±0.54Ab	116.69 ±1.57Bb	128.28 ±1.14Bb
	lateral shoots	两层遮荫 Two layers of gauze	7.38 ±0.18Bc	79.90 ±2.66Cc	103.26 ±1.98Cc
天鹅绒 Red Velvet	一级侧枝	全光照 Full sunlight	16.84 ±0.69Aa	292.24 ±20.98Aa	206.44 ±2.73Aa
	First-degree	一层遮荫 One layer of gauze	16.39 ±0.64Aa	259.48 ±21.39Aa	170.05 ±2.09Bb
	lateral shoots	两层遮荫 Two layers of gauze	15.40 ±0.39Bb	200.51 ±10.40Bb	145.50 ±1.28Cc
	二级侧枝	全光照 Full sunlight	11.90 ±0.57Aa	168.14 ±2.84Aa	151.58 ±1.64Aa
	Second-degree	一层遮荫 One layer of gauze	9.74 ±0.69Bb	114.04 ±4.48Bb	112.94 ±1.59Bb
	lateral shoots	两层遮荫 Two layers of gauze	8.83 ±0.47Bb	102.05 ±3.46Bc	102.22 ±1.88Cc

## 2.4 遮荫对一品红花头观赏品质的影响

遮荫使花头直径、红色苞叶面积减小,并使苞叶花青素苷含量降低(表6)。但是遮荫对一级侧枝的影响较小。在一层遮荫的情况下,一级侧枝的花头直径、红色苞叶面积与对照均无显著差异,仅花青素苷含量降低;而二级侧枝各指标均显著低于对照。另外,遮荫对‘威望’花头观赏品质的不利影响较小,尤其是在一层遮荫的情况下各指标的变化幅度明显小于‘天鹅绒’。

## 3 讨论

不同学者在选择判断植物耐荫性指标上意见尚不统一<sup>[5,6]</sup>。本试验选择了目前同类研究中使用较多的形态和生理指标来研究一品红的耐荫性。

与其他阳性植物相似,遮荫使一品红光合速率下降,但将长期在遮荫环境中生长的一品红放在自然光下,其光合速率反而降低,可以看出一品红对弱光环境产生了生理上的适应。叶绿素含量的增加有助于光合作用的进行,而且使叶色浓绿。更重要的是叶绿素b含量的增加有助于提高捕光叶绿素蛋白复合体(LHCP)的含量,从而提高叶绿体的捕光能力,增强对弱光的利用率。但过低的光照强度超出了一品红的耐受范围,将严重影响其生长。

可溶性蛋白质含有多种重要酶类,其中对光合作用有重要贡献的二氧化碳固定酶(RuBP羧化酶)占50%以上,其它成分也是蛋白质合成的原料或分解产物,在氮素代谢中起着代谢库的作用。可溶性糖是重要的能源物质和许多生理生化反应的基础。因此遮荫使一品红叶片中可溶性蛋白质和可溶性糖含量降低,影响了叶片的生理功能,抑制植株的生长。

遮荫对一品红生长的影响具有季节性。夏季光照充足时,在温室内通过遮荫来降低室内温度是可行的,而且植物的代谢活动和形态建成所受的影响较小,贮存的营养物质也有利于生殖生长。但在秋季自然光照减弱后,再加上遮荫处理使得遮荫棚内的光照强度过低,光合作用受到极大的抑制,进而严重影响一品红的生长,尤其对二级侧枝的影响较大,而且成花后花头直径和红色苞叶面积减小,观赏品质严重下降。所以夏季温室的遮荫措施应在二次摘心前结束,而秋季温室内光照不足时需及时补光。另一方面,一品红栽培品种间的耐荫性有较大差异,在自然光照强度不足的地区或冬季,生产上应优先选用耐荫性强的品种。但试验结果要广泛地推广到生产实践中去,还需要进一步研究更多品种对弱光耐受能力的极限值(以生长和观赏品质不受影响为标准),以指导温室栽培一品红对光照强度的控制。

## 参考文献:

- 1 焦晓燕,孙景桐,关超,任志强,刘惠民.起始肥料对一品红生长的影响.园艺学报,2004,31(3):389~391  
Jiao X Y, Sun J T, Guan C, Ren Z Q, Liu H M. Effects of start fertilizers on growth of poinsettia. Acta Horticulturae Sinica, 2004, 31(3): 389~391 (in Chinese)
- 2 丁国华,池春玉,徐启江,彭一良,杨守志.人工控制一品红花期的研究.北方园艺,2003(6):52~53  
Ding G H, Chi C Y, Xu Q J, Peng Y L, Yang S Z. The study on technology of artificial controlling of *Euphorbia pulcherrima* Willd. Northern Horticulture, 2003(6): 52~53 (in Chinese)
- 3 邹琦.植物生理学实验指导.北京:中国农业出版社,2000.80~82,137~138,119~120  
Zou Q. The experiment guide of plant physiology. Beijing: China Agricultural Press, 2000. 80~82, 137~138, 119~120 (in Chinese)
- 4 熊庆娥.植物生理学实验教程.成都:四川科技出版社,2003.37~38  
Xiong Q E. The experiment courseware of plant physiology. Chengdu: Sichuan Science & Technology Press, 2003. 37~38 (in Chinese)
- 5 伍世平,于志熙.11种地被植物的耐荫性研究.武汉植物学研究,1994(4):360~364  
Wu S P, Yu Z X. A study on the shade-resistance of eleven ground covers. Journal of Wuhan Botanical Research, 1994(4): 360~364 (in Chinese)
- 6 白伟岚,任建武,苏学痕.八种植物耐阴性比较研究.北京林业大学学报,1999,21(3):46~52  
Bai W L, Ren J W, Shu X H. Comparative study on shade tolerance of eight garden plants. Journal of Beijing Forestry University, 1999, 21(3): 46~52 (in Chinese)