

光照强度对白掌试管苗生长的影响

郭子霞¹, 尚文倩¹, 闫新房², 何松林^{1*}

(1. 河南农业大学 林学院, 河南 郑州 450002; 2. 新乡市林业局, 河南 新乡 453002)

摘要:以白掌品种“亮叶白掌”试管苗为材料,探讨了不同光照强度对其生长的影响,结果表明高光照度对促进白掌试管苗的生长和提高其品质效果明显。光照强度 $54 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 处理下,白掌试管苗的地上干质量、根部干质量、总干质量及干物率均达到最大值;光照强度 $45 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 处理下,白掌试管苗的叶数、最大根长、地上鲜质量、根部鲜质量及总鲜质量均达到最大值,且在此处理下光合速率和可溶性糖含量也达到最大值;光照强度 $36 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 处理下株高和最大叶长达到最大值;光照强度 $18 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 处理下叶绿素 a、叶绿素 b、总叶绿素含量均达到最大值。综上分析,光照强度 $18 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 时有利于叶绿素的合成,光照强度 $36 \sim 45 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 时有利于试管苗的形态生长,光照强度 $54 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 时有利于干物质的积累。

关键词:光照强度; 白掌; 试管苗

中图分类号:Q945.11;S682.1⁺4 文献标志码:A 文章编号:1000-2286(2011)06-1134-05

Effect of Light Intensity on Growth of *Spathiphyllum* Plantlets *in vitro*

GUO Zi-xia¹, SHANG Wen-qian¹, YAN Xin-fang², HE Song-lin^{1*}

(1. College of Forestry, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China; 2. Xinxiang Forestry Bureau of Henan Province, Xinxiang 453002, China)

Abstract: The plantlets of *Spathiphyllum kochii* var. *Spathiphyllum* ‘liangye’ *in vitro* were used as experimental materials to study the effects of different light intensities on their growth. The results showed that the growth and quality of *Spathiphyllum* plantlets *in vitro* could be obviously improved by higher illuminance. When the illuminance was $54 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$, the indexes of the plantlets *in vitro* were better than in other treatments, including plantlets dry weight, root dry weight, gross dry weight and dry matter rate. When the illuminance was $45 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$, the indexes of the plantlets *in vitro* were better than in other treatments, including leaf number, the biggest root length, the ground fresh weight, root fresh weight, and total fresh weight, furthermore, the photosynthetic rate and soluble sugar of the plantlets *in vitro* were also the largest. When the illuminance was $36 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$, the plant height and leaf length of the plantlets *in vitro* were better than in other treatments. When the illuminance was $18 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$, the chlorophyll a, chlorophyll b, total leaf chlorophyll content of the plantlets *in vitro* were better than in other treatments. In conclusion, when the illuminance is $18 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$, it is easier to synthesize the chlorophyll. When the illuminance is between $36 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ and $45 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$, it is easier to form the shape of plantlets *in vitro*. When the illuminance is $54 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$, it is easier to accumulate dry matter.

Key words: light intensity; *Spathiphyllum kochii*; plantlets *in vitro*

收稿日期:2011-09-13 修回日期:2011-10-25

基金项目:农业部948项目(2009-Z28)、河南省成果转化项目(092201110007)、河南省科技攻关项目(102102310229)和郑州市科技创新团队(10CXTD147)

作者简介:郭子霞(1985—),女,硕士生,主要从事园林植物生物技术研究, E-mail: gzx1127@163.com; * 通讯作者:何松林,教授,博士, E-mail: hsl213@163.com。

白掌(*Spathiphyllum*)又名白鹤芋,是天南星科多年生草本植物^[1]。叶片肥厚,叶色浓绿,乳黄色肉穗花序,花姿独特,花苞白色形似白帆,花期长,较耐阴,既是优良的室内观赏植物,又是切花的重要品种。品质良好的白掌近年来在花卉市场上一直处于供不应求的状态,组织培养工厂化育苗是满足市场需要的最佳手段。光照强度对植物试管苗的生长有着较大影响,目前已有关于光照强度对甘薯、大花蕙兰、菊花试管苗生长影响的报道^[2-4]。本试验在人工控制条件下研究了不同光照强度对白掌试管苗生长的影响,探讨了适宜白掌试管苗生长的最佳光照强度,为高品质白掌试管苗的商业化生产提供理论依据和技术参考。

1 材料与方法

1.1 材料

本试验供试材料为亮叶白掌品种(约1.5 cm高),购于山东普朗特科技有限公司。试管苗按下述方法培养作为试验用苗:(1)以100 mL三角瓶为培养容器,将购买的组培苗接种于1/2 MS+20 g/L蔗糖+7 g/L琼脂(pH=5.8)的固体培养基上,在常规培养条件温度(24±1)℃,光照强度36 μmol/(m²·s),光照时间12 h/d下壮苗培养。

(2)试管苗经1个月左右培养后(苗高约2.5 cm)选取生长状况及规格一致的试管苗作为供试材料。

1.2 培养方法及培养条件

以100 mL三角瓶为培养容器,将供试试管苗在无菌条件下接种于MS+0.1 mg/LNAA+30 g/L蔗糖+7 g/L琼脂(pH=5.8)的固体培养基上,每瓶接种5株试管苗,每个处理接种30瓶。预培养一周后分别在光照培养箱(宁波莱福PGX-280B-30H)中培养,温度25℃,光照时间12 h/d,培养90 d后统计结果。光照强度设定的5个处理分别是:①18 μmol/(m²·s) ②27 μmol/(m²·s) ③36 μmol/(m²·s) ④45 μmol/(m²·s) ⑤54 μmol/(m²·s)。

1.3 指标测定及统计分析

培养90 d后测定相关形态指标及生理指标:(1)形态指标:株高,叶数,最大叶长,最大根长;总鲜质量、地上鲜质量、根部鲜质量,总干物质量、地上干物质量、根部干物质量;总干物率,地上部干物率和根部干物率。

(2)光合速率的测定:采用LI-6400便携式光合仪测定。

(3)叶绿素含量的测定:采用无水乙醇和丙酮混合液提取法^[5]。

(4)可溶性糖含量测定:采用李合生^[6]的苯酚法测定。

所有数据处理均采用邓肯氏新复极差测验法(SSR法)测验其差异显著性,显著水平 $P \leq 0.05$ 。数据统计采用DPS软件3.01版和Excel 2003进行数据处理。

2 结果与分析

2.1 不同光照强度对白掌试管苗形态的影响

经过90 d培养后,光照强度对白掌试管苗形态的影响如表1所示。白掌试管苗株高随着光强的增

表1 光照强度对白掌试管苗形态的影响

Tab.1 Effects of light intensity on the morphology of *Spathiphyllum kochii* test-tube plantlets

光照强度/(μmol·m ⁻² ·s ⁻¹) Light intensity	株高/cm Plant height	叶数/片 Leaf number	最大叶长/cm Biggest leaf length	最大根长/cm Biggest root length
18	5.03 ± 0.36ab	5.00 ± 0.71b	2.78 ± 0.40c	2.90 ± 0.78b
27	5.37 ± 0.38a	7.00 ± 1.22a	3.02 ± 0.60c	4.35 ± 1.91ab
36	5.67 ± 0.80ab	7.20 ± 1.64a	5.37 ± 0.80a	4.47 ± 0.66ab
45	5.22 ± 0.44ab	7.40 ± 1.52a	3.86 ± 0.79b	5.03 ± 0.98a
54	4.74 ± 0.41b	6.00 ± 1.00ab	2.99 ± 0.30c	3.33 ± 1.22ab

同列不同字母的数值间($P < 0.05$)差异显著。

Data with different letters mean significant difference at the same row($P < 0.05$).

大呈先上升后下降趋势。在光照强度 $36 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 处理下试管苗株高达到最大值 5.67 cm ,光照强度 $27 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 处理下次之 光照强度 $54 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 处理下最小; 叶数在光照强度 $45 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 处理下达到最大值; 光照强度 $36 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 处理下 ,叶长最大 ,达到 5.37 cm ,且与其他处理间差异显著; 光照强度 $18 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 处理下最小 ,仅为 2.78 cm ;最大根长出现在光照强度 $45 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 处理下 ,最小值出现在光照强度 $18 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 处理下 ,且二者差异显著。

2.2 不同光照强度对白掌试管苗鲜质量、干质量及干物率的影响

如表 2 所示 ,在鲜质量方面: 总鲜质量、地上鲜质量及根部鲜质量整体呈现出随着光照强度的增大而增加的趋势 ,在光照强度 $45 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 处理下达到最大值。在干质量方面: 总干质量、地上干质量及根部干质量同样呈现出随着光照强度的增大而增加的趋势 ,在光照强度 $54 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 处理下达到最大值。

表 2 光照强度对白掌试管苗鲜质量、干质量的影响

Tab.2 Effects of light intensity on the fresh weight,dry weight of *Spathiphyllum kochii* test-tube plantlets

光照强度/ ($\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) Light intensity	鲜质量/g Fresh weight			干质量/g Dry weight		
	总鲜质量	地上	地下	总鲜质量	地上	地下
	Total fresh weight	Overground part	Underground part	Total fresh weight	Overground part	Underground part
18	$0.61 \pm 0.10\text{bc}$	$0.24 \pm 0.04\text{b}$	$0.37 \pm 0.12\text{ab}$	$0.10 \pm 0.02\text{bc}$	$0.05 \pm 0.01\text{ab}$	$0.05 \pm 0.01\text{b}$
27	$0.66 \pm 0.11\text{b}$	$0.26 \pm 0.05\text{ab}$	$0.40 \pm 0.15\text{ab}$	$0.10 \pm 0.01\text{bc}$	$0.04 \pm 0.01\text{b}$	$0.06 \pm 0.01\text{ab}$
36	$0.70 \pm 0.14\text{ab}$	$0.23 \pm 0.05\text{b}$	$0.47 \pm 0.11\text{a}$	$0.10 \pm 0.01\text{c}$	$0.05 \pm 0.02\text{ab}$	$0.04 \pm 0.01\text{b}$
45	$0.81 \pm 0.07\text{a}$	$0.30 \pm 0.01\text{a}$	$0.51 \pm 0.06\text{a}$	$0.12 \pm 0.02\text{ab}$	$0.06 \pm 0.01\text{ab}$	$0.06 \pm 0.02\text{ab}$
54	$0.52 \pm 0.08\text{c}$	$0.23 \pm 0.04\text{b}$	$0.28 \pm 0.10\text{b}$	$0.13 \pm 0.02\text{a}$	$0.07 \pm 0.01\text{a}$	$0.07 \pm 0.02\text{a}$

同列不同字母的数值间 ($P < 0.05$) 差异显著。

Data with different letters mean significant difference at a row ($P < 0.05$).

如图 1 所示 ,在干物率方面: 随着光照强度的增大 ,总干物率、地上干物率整体呈现出逐渐上升的趋势 ,在光照强度 $54 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 处理下达到最大值 ,分别为 19.66% 和 30.75% 。根部干物率的最大值 14.11% 也是出现在 $54 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 处理下。

2.3 不同光照强度对白掌试管苗光合速率的影响

由图 2 所示 ,随着光照强度的不断增大 ,光合速率呈现逐渐增加的趋势 ,并在光照强度 $45 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 处理下达到最大值 $2.0660 \text{ mg}/(10\text{cm}^2 \cdot \text{h})$,光照强度 $36 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 处理下次之 ,最小值出现在光照强度 $18 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 处理下。

2.4 不同光照强度对白掌试管苗叶绿素含量的影响

由图 3 所示 ,叶绿素 a、叶绿素 b 及总叶绿素含量均在光照强度 $18 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 处理下均达到最大值 $27 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 处

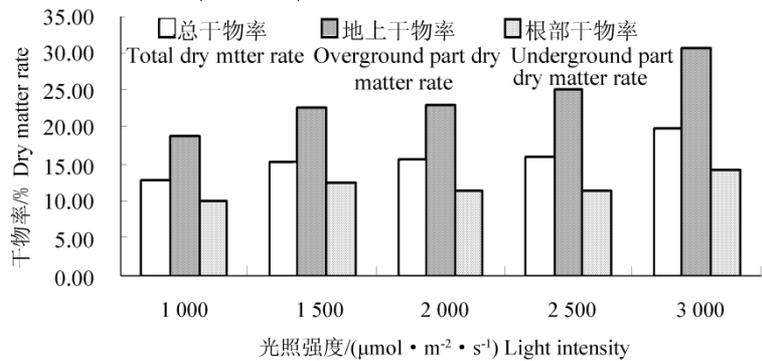


图 1 光照强度对白掌试管苗干物率的影响

Fig.1 Effects of light intensity on the dry matter rate of *Spathiphyllum kochii* test-tube plantlets

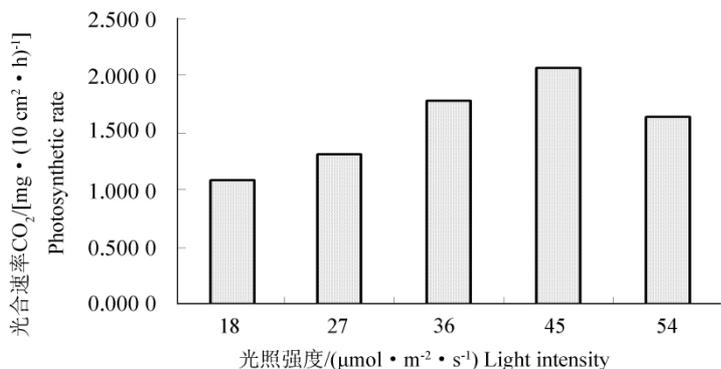


图 2 光照强度对白掌试管苗光合速率的影响

Fig.2 Effects of light intensity on the photosynthetic rate of *Spathiphyllum kochii* test-tube plantlets

理下次之,这与白掌是耐阴植物相吻合。随着光照强度的增大,叶绿素 a、叶绿素 b 及总叶绿素含量整体呈现降低趋势,最小值出现在光照强度 $54 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 处理下。

2.5 不同光照强度对白掌试管苗可溶性糖含量的影响

由图 4 看出,随着光照强度的增大,可溶性糖呈现增加的趋势。在光照强度 $45 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 处理下达到最大值 24.30%;光照强度 $54 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 处理下次之,而最小值出现在光照强度 $27 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 处理下。

3 讨论

(1) 白掌试管苗株高随着光照强度的增大呈现先上升后下降的趋势。在光照强度 $36 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 处理下试管苗株高达到最大值 5.67cm,光照强度 $27 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 处理下次之,光照强度 $54 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 处理下最小。最大叶长出现在光照强度

$36 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 处理下,达到 5.37 cm,是最小值的 1.93 倍。可见,白掌具有一定的耐阴性,适度遮荫有利于白掌的生长,这与谭卫锋^[7]以水鬼蕉为材料研究的结果一致。白掌试管苗的叶数、最大根长、地上鲜质量、根部鲜质量及总鲜质量均在光照强度 $45 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 处理下达到最大值,说明此时的光照强度最有利于试管苗的形态生长,这与黄小荣^[8]、杨艳琼^[9]在香水白掌及灯盏花中的研究结果基本一致,适当的增加光照强度对试管苗的生长有促进作用。干物质含量是植物利用光能固定无机物、合成有机物的直接表现^[10]。本试验中,白掌试管苗的地上干质量、根部干质量、总干质量及干物率均在光照强度 $54 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 处理下达到最大值,说明强光照条件下有利于干物质的积累,这与杨艳琼等^[8]以灯盏花为试材研究的结果一致。

(2) 光照强弱是影响光合速率的一个重要因素。本试验中,随着光照强度的增大,光合速率呈现出增加的趋势,并在光照强度 $45 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 处理下达到最大值 $2.0660 \text{ mg}/(10\text{cm}^2 \cdot \text{h})$,光照强度 $36 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 处理下次之,最小值 $1.0958 \text{ mg}/(10\text{cm}^2 \cdot \text{h})$ 出现在光照强度 $18 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 处理下,表明高光照强度有利于叶片光合速率的提高,为光合产物的积累提供了一定的物质基础,这与赵英明等^[11]以蒲公英为试验材料研究的结果一致。

(3) 叶绿素在植物光合作用中起到捕获光能的重要作用,其含量直接影响植物光合能力的强弱。有研究表明,光照过强或温度过高,均不利于叶绿素 b 的合成,且叶绿素 b 易被分解破坏或降解^[12]。本试验中,叶绿素 a、叶绿素 b 及总叶绿素含量均在光照强度 $18 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 处理下均达到最大值, $27 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 处理下次之,随着光照强度的减弱,白掌叶绿素总含量、叶绿素 a 和叶绿素 b 含量整体呈现增加趋势,说明降低光照强度有利于叶绿素的合成,适度遮荫可以降低光照强度对叶绿素的破坏,这与吴能表^[13]、徐燕^[14]及张晓燕^[15]的研究结果一致,光照强度过高或过低均不利于叶绿素的积累。

(4) 可溶性糖在植物代谢调节中发挥着重要的生理作用。在本试验中,光照强度 $45 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$

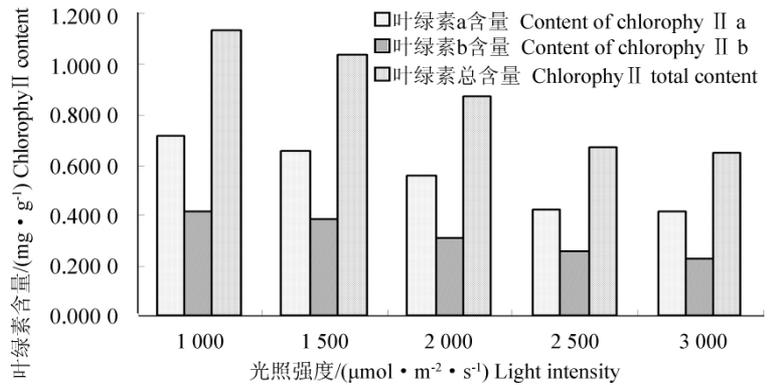


图 3 光照强度对白掌试管苗叶绿素含量的影响

Fig. 3 Effects of light intensity on the chlorophyll content of *Spathiphyllum kochii* test-tube plantlets

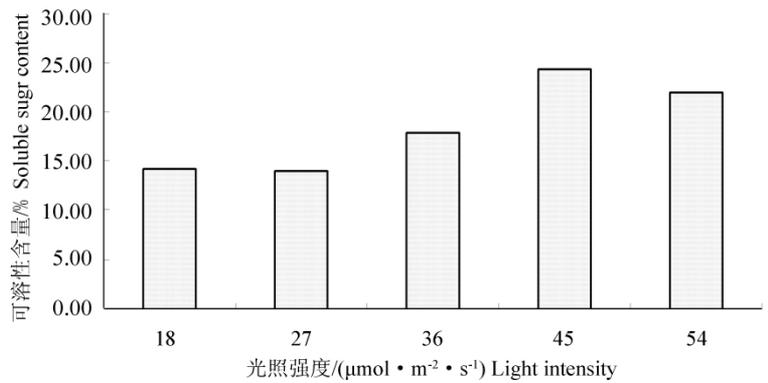


图 4 光照强度对白掌试管苗可溶性糖含量的影响

Fig. 4 Effects of light intensity on the soluble sugar content of *Spathiphyllum kochii* test-tube plantlets

处理下达到最大值 24.30% ,是最小值的 1.74 倍;光照强度 $54 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 处理下次之,而最低值出现在光照强度 $27 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 处理下。说明遮光后,由于光合作用减弱,严重影响了还原糖的生成,进而影响可溶性糖的合成,这与芦晓磊等^[16]人的试验研究结果一致。

参考文献:

- [1]包满珠. 花卉学[M]. 2版. 中国农业出版社 2003.
- [2]徐志刚, 崔瑾, 焦学磊, 等. 光照强度和 CO_2 浓度间接调控对甘薯无糖组培苗光合特性的影响[J]. 南京农业大学学报 2004 27(1): 11-14.
- [3]张琛, 王广东, 吴震, 等. 高光照强度和高 CO_2 浓度对大花蕙兰无菌苗生长的影响[J]. 南京农业大学学报 2008 31(2): 45-48.
- [4]宋越冬, 马明建. 光照强度对大空间液体培养无糖菊花组培苗生长特性的影响[J]. 北方园艺 2009(7): 44-46.
- [5]张志良, 翟伟菁. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 高等教育出版社. 2004.
- [6]李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京: 高等教育出版社. 2000.
- [7]谭卫锋, 陈文音, 陈章和. 光照强度对水鬼蕉 (*Hymenocallis littoralis*) 生长及生理生态特性的影响[J]. 生态学报 2009(3): 1320-1329.
- [8]黄小荣, 杨开太. 香水白掌的组织培养[J]. 广西林业科学 2001 30(1): 39-40.
- [9]杨艳琼, 王荔, 陈疏影, 等. 不同光照强度对灯盏花无糖组培苗生长发育的影响[J]. 云南农业大学学报 2007 22(3): 323-326.
- [10]王忠. 植物生理学[M]. 北京: 中国农业出版社 2002.
- [11]赵英明, 范文丽. 光照强度对蒲公英光合特性的影响[J]. 辽宁农业科学 2009(5): 28-31.
- [12]周竹青, 张青良. 小麦品种(系)叶绿素含量变化及光合面积关系的研究[J]. 孝感学院学报 2001 21(6): 5-8.
- [13]吴能表, 谈锋, 肖文娟, 等. 光强因子对少花桂幼苗形态和生理指标及精油含量的影响[J]. 生态学报 2005 25(5): 1159-1164.
- [14]徐燕, 张远彬, 乔匀周, 等. 光照强度对川西亚高山红桦幼苗光合及叶绿素荧光特性的影响[J]. 西北林学院学报, 2007 22(4): 1-4, 12.
- [15]张晓燕, 胡禅娜, 林霞, 等. 不同光照强度对榭蕨叶绿素荧光参数·色素含量及抗性生理的影响[J]. 安徽农业科学, 2007 35(34): 11006-11008.
- [16]芦晓磊, 宁伟, 汤贺, 等. 光照强度对马齿苋生长及光合特性的影响[J]. 华北农学报 2008 23(2): 41-44.