

制剂创造了条件。

另外,在实验过程中发现,培养液中只要添加少量槲寄生,即可改变光合细菌的贴壁性能,解决了光合细菌培养过程中由于贴壁现象造成的光线不能透过培养液的问题。

本课题组通过总蛋白测定表明,光合细菌转化槲寄生培养液中总蛋白的量低于槲寄生提取液总蛋白量的 80% 以上,证明光合细菌利用了槲寄生提取液中的蛋白类成分,在一定程度上可以解释槲寄生促进光合细菌生长的机制。但槲寄生对光合细菌生长的促进作用机制需进一步探索。

本实验只对中药槲寄生对光合细菌生长的促进作用进行了研究,具体应在什么条件下培养光合细菌需要根据用途而定,如果仅仅需要光合细菌菌体,比如饲料、肥料中应用,应在全量常规培养基条件下,槲寄生质量浓度 3.125~12.5 g/L (以槲寄生原药材计)为佳;如果是用于抗肿瘤制剂,应在充分考虑槲寄生生物转化的前提下,提高光合细菌活菌数。具体的最佳培养条件不是仅仅根据光合细菌活菌数来确定的,课题组正在进一步研究。

References:

[1] Okezie I A, Monica D, Antonella R, et al. Assessment of the ability of the antioxidant cocktail-derived from fermentation of plants with effective microorganisms (EM-X) to modulate oxidative damage in the kidney and liver of rats *in vivo*: studies upon the profile of poly- and mono-unsaturated fatty acids [J]. *Toxicol Lett*, 2002, 135: 209-217.

[2] Toshihiko K, Masayasu A, Toshiro H, et al. Enhancement of hydrogen production by a photosynthetic bacterium mutant with reduced pigment [J]. *J Biosci Bioeng*, 2002, 93 (2): 145-150.

[3] Ying R, Wang Y P, Hong X H, et al. Application of plants extracts in the development of photosynthetic bacteria [J]. *Chin Tradit Herb Drugs* (中草药), 1999, 30 (4): 293-295.

[4] Schumacher U, Valentiner U. Current understanding of mistletoe lectins [J]. *Drug Discov Today*, 2003, 8 (1): 17-18.

[5] Bauer C, Oppel T, Przybilla B, et al. IgE-Mediated anaphylaxis to viscotoxins of mistletoe (*Viscum album*) extracts [J]. *J Allerg Clin Immunol*, 2003, 113 (2, Suppl): S309.

[6] Ceng Y, Duan X H. Using photosynthetic bacteria fermenting and transforming bran [J]. *Biotechnology* (生物技术), 2001, 11 (5): 44-46.

[7] Wang X H, Li Q D, Cao Q E. New field for study of TCM through fermentation by microbe [J]. *Chin Tradit Herb Drugs* (中草药), 2001, 32 (3): 267-268.

[8] Zhang Z M. The study on purple nonsulfur photosynthetic bacteria. 1. Separating, identifying and living characteristics of *Rhodobacter sphaeroides* [J]. *J Shanxi Univ* (山西大学学报), 1984, 7 (4): 201-204.

[9] Yin J, Tan X J, Zhang L G, et al. Extractant selection in measuring activity of dehydrogenase [J]. *China Water Wast Water* (中国给水排水), 2004, 20 (7): 96-98.

## 光强和光质对灯盏花生长与总黄酮量影响的研究

苏文华<sup>1</sup>, 张光飞<sup>1</sup>, 李秀华<sup>1</sup>, 顾发祥<sup>2</sup>, 石秉亮<sup>2</sup>

(1. 云南大学生态学与地植物学研究所, 云南 昆明 650091; 2. 云南生物谷灯盏花药业有限公司, 云南 昆明 650224)

**摘要:**目的 光强和光质对灯盏花生长与总黄酮量的影响。方法 用遮阳网形成的不同光强以及不同颜色塑料膜下形成的不同光质的光照条件生境下,种植灯盏花试管苗至开花,取样测定生物量和黄酮的量。结果 全光照和遮光 20% 生境中的植物生物量和黄酮的量明显高于遮光 50% 生境的植株;与无色塑料膜相比,黄、红、紫和蓝色塑料膜下平均植株的生物量均下降;无色和有色塑料膜下,蓝色膜下植株的黄酮量最高,而无色塑料膜下植株的黄酮产量最高。结论 光强和光质影响灯盏花生长与总黄酮量,灯盏花在全阳光照射下植株有最高的生物量积累和黄酮产量。

**关键词:**灯盏花;总黄酮含量;光强;光质

**中图分类号:**R282.6

**文献标识码:**B

**文章编号:**0253-2670(2006)08-1244-04

### Effect of light intensity and light quality on growth and total flavonoid accumulation of *Erigeron breviscapus*

SU Wen-hua<sup>1</sup>, ZHANG Guang-fei<sup>1</sup>, LI Xiu-hua<sup>1</sup>, GU Fa-xiang<sup>2</sup>, SHI Bing-liang<sup>2</sup>

(1. Institute of Ecology and Geobotany, Yunnan University, Kunming 650091, China; 2. Yunnan Biovally Dengzhanhua Pharmaceutical Co., Ltd., Kunming 650224, China)

**Abstract: Objective** To study the effect of light intensity and light quality on the growth and total

收稿日期:2005-11-10

基金项目:国家自然科学基金项目(30360009)

作者简介:苏文华(1962—),男,云南昆明人,副教授,主要从事植物次生代谢生态学研究。E-mail: whsu@ynu.edu.cn

flavonoid accumulation of *Erigeron breviscapus*. **Methods** Young plants of *E. breviscapus* were planted under various color films and light intensities, their biomass and total flavonoid content were determined when plants flowered. **Results** The biomass and total flavonoid content of individuals under 100% and 80% sunshine were higher than those under 50% sunshine. The biomasses of plants under yellow, red, purple, or blue film were lower than those under white film. Under the blue film, the total flavonoid content of the plant was the highest; while under white film, the total flavonoid yield was the highest. **Conclusion** Light intensity and light quality significantly affect the growth and total flavonoid accumulation of *E. breviscapus*. The biomass and total flavonoid yield are the highest when under full sunshine.

**Key words:** *Erigeron breviscapus* (Vant.) Hand.-Mazz.; total flavonoids; light intensity; light quality

阳光是自然界对植物的生存、生长和发育不可缺少的生态因子,而且对体内次生代谢产物的合成积累也有重要的影响。其对植物的影响,体现在光强、光质和日照长度 3 个方面。光对植物生长发育的作用与影响的研究较多<sup>[1,2]</sup>,而对次生代谢影响的研究非常有限,而且光质对次生代谢影响的几项研究结论不一致<sup>[3~5]</sup>。在栽培管理中,通过调整种植密度,或者套种等措施可改变种植对象的光强条件。在大棚种植中,采用不同颜色的塑料膜也可实现光质的改变<sup>[6]</sup>。因此,了解光强和光质对植物次生代谢的影响具有理论和实践意义。

灯盏花 *Erigeron breviscapus* (Vant.) Hand.-Mazz. 是重要的原料药植物,主要药用成分为黄酮<sup>[7]</sup>。具有扩张血管的作用,对治疗闭塞性脑血管疾病所致瘫痪及脑出血后遗症瘫痪有特效。本实验通过在不同光强和光质条件下灯盏花的栽培试验,揭示光强和光质对其生长和总黄酮量的影响,为制定灯盏花人工种植规范提供科学基础资料。

## 1 材料和方法

### 1.1 栽培处理实验

1.1.1 不同光强下灯盏花生长实验:在空地上增加遮阳网,得到全光照、遮挡阳光 20% 和 50% 3 种不同光强的光照条件,将同一无性系的盆栽 2 月生灯盏花幼苗分别放在 3 种光照条件下。10 盆一组,每一处理 3 组重复。以相同水肥管理,3 个月后各盆植株第 1 朵花完全开放时,测量株高、叶片和花枝数目,分根、叶、花枝在 70 ℃ 下烘至恒重后称量其干质量。每重复叶片和花枝混合,取 3 份样品测定总黄酮的量。

1.1.2 不同光质下灯盏花生长实验:在同一无性系的盆栽 2 月生灯盏花幼苗上方 50 cm,分别用无色膜及红、黄、绿、蓝色膜遮挡阳光,得到 5 种不同光质成分的光照条件。各处理以相同水肥管理,3 个月后

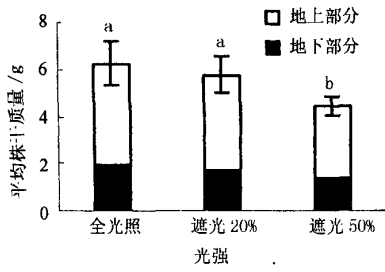
各盆植株第 1 朵花完全开放时,测量株高、叶片和花枝数目,分根、叶、花枝在 70 ℃ 下烘至恒重后称量其干质量。叶片和花枝混合以备总黄酮测定。

1.2 总黄酮的提取与测定:以无水芦丁为对照品配制成对照品溶液。用“上分 775B”分光光度计分析,得标准曲线( $C=0.169 A+0.000 67$ ,  $r=0.999$ , 质量浓度在 0.010 3~0.050 3 mg/mL 与吸光值有显著的线性关系)。总黄酮以改进的热提法提取<sup>[8,9]</sup>。精密称取样品粉末 0.5 g 于 25 mL 容量瓶中,加入 60% 乙醇至刻度,经振荡 5 min 后放入 60 ℃ 水浴锅热提取 6 h,提取液滤过后放入冷藏室(约 10 ℃)保存 24 h,取出后再次滤过,将滤液量取 1 mL 定容于 25 mL 容量瓶中,测定吸光度,通过标准方程推算出样品总黄酮的量。

## 2 结果

2.1 光强对灯盏花生物量积累的影响:灯盏花是阳性植物,光合作用的饱和光强为 75 000 lx(约相当于全光照的 80%),其光合速率基本随光强增加而升高<sup>[10]</sup>。开花植株的平均质量也是随生境光照的增强增加,全光照和遮光 20% 生境中的植物生物量明显高于遮光 50% 生境的植株,全光照植物生物量和遮光 20% 的差异不明显,遮光 50% 生境植株的质量比全光照植株减少了约 30%(图 1)。

2.2 光强对灯盏花总黄酮量的影响:光照促进灯盏花总黄酮的合成与积累,遮阴处理降低了灯盏花中的总黄酮的量(图 2)。全光照、20% 遮光和 50% 遮光处理下,植株的平均总黄酮量分别为 7.21、6.69 和 4.96 mg/g。全光照和 20% 遮光平均总黄酮量差异不显著,而 50% 遮光处理下平均总黄酮量比全光照的减少了约 30%,下降显著。黄酮类次生代谢物质在植物体内,具有保护植物免受紫外线损伤的作用等<sup>[11]</sup>。光照增强,相应地紫外线也就增加,需要更强的保护作用,植物体内有更多的总黄酮积累。



具不同字母的柱间差异显著 ( $P < 0.05$ ), 下表同

Bar with different letters are significantly different ( $P < 0.05$ ), followings are same

图 1 不同光强下灯盏花单株生物量

Fig. 1 Biomass of individual of *E. breviscapus* under various light intensities

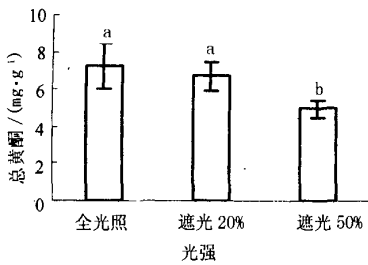


图 2 不同光强下灯盏花平均总黄酮

Fig. 2 Total flavonoid contents of *E. breviscapus* under various light intensities

2.3 光质对灯盏花生物量的影响: 与无色膜下的植株相比, 有色膜下的植物生物量均有所下降(图 3)。黄、红、紫和蓝色塑料膜下平均植株的生物量分别为  $(5.18 \pm 0.76)$ 、 $(4.71 \pm 0.71)$ 、 $(4.33 \pm 0.52)$  和  $(1.77 \pm 0.22)$  g/株, 而无色膜下的为  $(6.25 \pm 0.91)$  g/株。有色膜下植株生物量下降除了光质的作用外, 可能另一方面是色膜不仅改变了光质, 同时也减弱了光强。根据试验, 黄、红、紫和蓝色塑料膜下的光强只相当于阳光直射下的约 70%、50%、40% 和 25%。各色膜下植株的生物量与相应光强的阳光相比, 差异不显著。色膜下的灯盏花生物量下降, 可能主要是光强减弱所致。

2.4 光质对灯盏花总黄酮量的影响: 光质影响灯盏花总黄酮的积累, 不同光质下植物的总黄酮量有所差异(图 4)。在黄、紫、蓝和红及阳光 5 种光质处理中, 蓝光下总黄酮量相对较高  $(11.91 \pm 0.89)$  mg/g, 明显高于无色膜和有色膜下生长的植株。而红色膜和黄色膜与无色膜差异不明显, 紫色膜下总黄酮积累明显较少。光质对灯盏花总黄酮的生物合成和积累有一定影响, 蓝光较为有利于总黄酮的合成与积累。

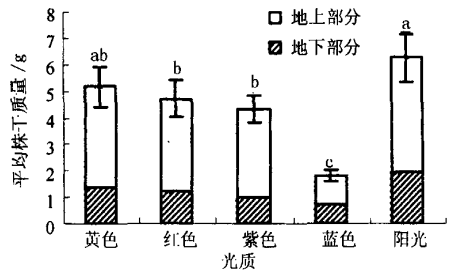


图 3 不同光质对灯盏花生物量积累的影响

Fig. 3 Biomass accumulation of individual of *E. breviscapus* under various light qualities

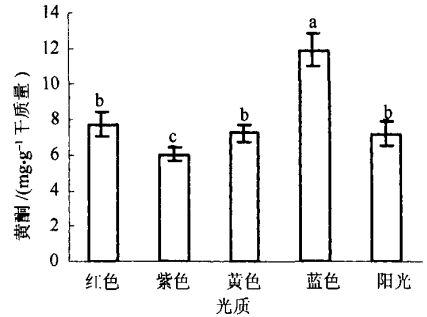


图 4 不同光质对灯盏花黄酮量的影响

Fig. 4 Total flavonoid content of *E. breviscapus* under various light qualities

作为一种原料药材, 有效成分是质量的重要指标, 而有效成分的生产(总黄酮的量与地上部分质量的乘积)也是生产者关心的经济指标。虽然蓝色膜下植物的总黄酮量显著地高于其他有色和无色膜, 但由于该生境中植株生物量积累较少, 总黄酮的产量反而最低, 明显地低于无色膜和其他有色膜(图 5)。相比之下, 无色膜下生长灯盏花的黄酮产量较高, 但与红、紫和黄色膜下的差异不明显。

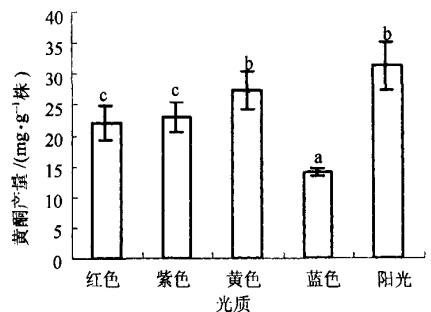


图 5 不同光质对灯盏花黄酮产量的影响

Fig. 5 Total flavonoid yield of *E. breviscapus* under various light qualities

光质对次生代谢的影响较为复杂, 不同波段光对不同种类的次生代谢物质积累的影响不同, 相同波段的光对同一类次生代谢物质的影响在不同植物

的表现不同。在红、黄、绿、蓝和紫几种单色光中蓝光下生长的银杏幼苗平均黄酮苷最高,红光下的最低,但差异不明显<sup>[12]</sup>。蓝光促进水母雪莲愈伤组织总黄酮的合成,红光则相反<sup>[13]</sup>。在研究中,蓝光对灯盏花黄酮积累的促进作用非常明显的。黄酮类次生代谢物质具有保护植物免受紫外线损伤的作用。在可见光谱中,蓝光是更接近紫外光的。

光质对灯盏花生物量与黄酮积累的影响作用方面,蓝光的作用正好相反,蓝色光下生长的植株单株平均干质量最低,但蓝色光下植株的平均黄酮量最高。这一现象与次生代谢环境诱导假说是吻合的。利于生长的条件,不利于次生代谢积累;而利于次生代谢积累的条件,不利于生长,生长最适条件与次生代谢产物积累最适条件不相同<sup>[14,15]</sup>。

### 3 结论

作为阳性草本植物,灯盏花在全阳光照射下植株有最高的生物量积累,遮荫将引起生物量下降。黄、红、紫和蓝色塑料膜下种植的植株,与阳光下种植的植株相比,平均株生物量降低。但色膜下的灯盏花生物量下降的主要原因,可能是光强减弱所致。光照促进灯盏花总黄酮的合成与积累,超过 50% 的遮光植株体内总黄酮量明显下降。光质对灯盏花总黄酮的生物合成和积累有一定影响,不同光质下植物的总黄酮量有所差异,蓝光较为有利于总黄酮的合成与积累。

灯盏花是叶片基生的草本植物,作为药材人工种植只适宜单独种植,不应套种在植株更高的其他植物之下。如果套种在其他作物下受到遮荫,生物量和黄酮的量都将会下降。塑料大棚种植,以无色膜为佳。

### References:

[1] Li W L, Wan Z H, Yang S Y. Effect of light quantity environment in panax park on the growth and development of *Panax quinquefolium* [J]. *Chin Tradit Herb Drugs* (中草药), 2000, 31 (5): 381-383.

[2] Stuefer J f, Huber H. Differential effects of light quantity and spectral light quality on growth, morphology and development of two stoloniferous *Potentilla* species [J]. *Oecologia*, 1998, 117: 1-8.

[3] Shen L M, Sun J M, Ding A L. Contents and distribution of isoflavones in soybean under different light conditions [J]. *Chin J Oil Crop Sci* (中国油料作物学报), 1999, 21 (2): 36-40.

[4] Yan X F, Wang Y, Shang X H, et al. Effects of field light intensity and quality on biomass and salidroside content in roots of *Rhodiola sachalinensis* [J]. *Acta Ecol Sin* (生态学报), 2004, 24 (4): 675-679.

[5] Dai S J, Wang Y, Yan X F, et al. Effects of color films on growth and camptothecin content in the leaves of *Camptotheca acuminata* seedlings [J]. *Acta Ecol Sin* (生态学报), 2004, 24 (5): 869-875.

[6] Wang T S, Wang H S, Wang R S. Application of PVC agriculture-films of Ginseng cultivation [J]. *J Chin Med Mater* (中药材), 1989, 12 (10): 3-6.

[7] Ma Y H, Luo G A, Wang Y M. Current studies of *Erigeron breviscapus* [J]. *Chin Tradit Pat Med* (中成药), 2004, 26: 63-65.

[8] Li T Z, Liu W Y, Li G D, et al. Optimization of extraction technology of scutellarein-7-O-glucuronide in *Erigeron breviscapus* [J]. *Chin J Pharm* (中国医药工业杂志), 2002, 33 (6): 281-282.

[9] Zhang Z F, Zhang H, Hu Y H, et al. Determination of chemical constituents in *Erigeron multiradatus* (Wall.) Benth. from different areas [J]. *Chin J Ethnomed Ethnopharm* (中国民族医药杂志), 2003, 61: 111-112.

[10] Su W H, Zhang G F, Wang C Y, et al. Preliminary studies on the physiological ecology of photosynthesis of *Erigeron breviscapus* [J]. *J Yunnan Univ: Nat Sci* (云南大学学报:自然科学版), 2001, 23 (2): 142-145.

[11] Tang C H. *The Bioactive Components from Plants* (植物生物活性物质) [M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2005.

[12] Zhao D X, Li M Y, Xing J M, et al. Effects of light on cell growth and flavonoids biosynthesis in calls cultures of *Saussurea medusa* Maxim. [J]. *Acta Phytophysiol Sin* (植物生理学报), 1999, 25: 127-132.

[13] Leng P S, Su S C, Wang T H, et al. Effect of light intensity and light quality on photosynthesis, flavonol glycoside and terpenes lactone contents of *Ginkgo biloba* L. seedlings [J]. *J Plant Res Envir* (植物资源与环境学报), 2002, 11: 1-4.

[14] Kong C H, Hu F. *Allelopathy Application* [植物化感(相生相克)作用及其应用] [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2001.

[15] Su W H, Zhang G F, Li X H, et al. Relationship between accumulation of secondary metabolism in medicinal plant and environmental condition [J]. *Chin Tradit Herb Drugs* (中草药), 2005, 36: 1415-1418.

## 欢迎订阅 2007 年《中国药理学杂志》

《中国药理学杂志》是我国药学界创刊最早、发行量较大、反映我国药理学各学科进展和动态的最具权威性和影响的综合性学术核心期刊之一。读者为高、中级药理学工作者以及其他医药卫生人员。内容包括药理学各学科,辟有专家笔谈、综述、论著(内容包括中药及天然药物、药理、药剂、临床药理学、药品质量及检验、药物化学、生物技术)、药物与临床、新药介绍、药理学史、药理学人物、药事管理、学术讨论、科研简报等栏目。创刊 53 年来在医药卫生界享有很高声誉。本刊连续三次获得国家期刊奖,三次荣获中国科协优秀科技期刊一等奖。本刊还拥有中国学术期刊光盘版、国家科委万方数据库版 Chinainfo 网,并被美国工程索引(EI)光盘版收录。

本刊为半月刊,大 16 开,80 页,每期定价 10 元(全年 240 元)。国内邮发代号 2-232,国外代号 SM313。欢迎广大读者通过当地邮局或直接向本刊编辑部订阅。

编辑部地址:北京朝阳区建外大街四号建外 SOHO 九号楼 1803 室 邮政编码:100022。

电话/传真:(010)58699275/76/78/79/80;(010)58699295;E-mail:zgyxzz@cpa.org.cn;zgyxzz@yahoo.com。