

梁娟,易涛,叶漪. 遮阴对七叶一枝花光合特性及皂苷含量的影响[J]. 江苏农业科学,2016,44(4):265-267.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.04.074

遮阴对七叶一枝花光合特性及皂苷含量的影响

梁娟^{1,2}, 易涛¹, 叶漪¹

(1. 怀化学院生命科学系, 湖南怀化 418000; 2. 民族药用植物资源研究与利用湖南省重点实验室, 湖南怀化 418000)

摘要:采用盆栽不同遮阴的试验方法,分析不同遮阴处理(全光照 CK 及遮阴 50%、70%、90%)对珍稀濒危药用植物七叶一枝花(*Paris polyphylla*)光合特性和主要有效成分皂苷积累的影响,为人工栽培中光照管理提供依据。结果表明,随着遮阴程度增加,七叶一枝花叶绿素含量、最大光合速率、光饱和点、光合速率日变化平均值等均逐步升高,70%遮阴下各个值达到最大;而随着遮阴程度继续增加,各个值均显著下降。根茎体内总皂苷含量同样随遮阴程度的增加先上升后下降,70%遮阴时皂苷含量最大(7.33%)。因此,全光照和过度遮阴均不利于七叶一枝花的光合作用及体内有效成分皂苷含量积累。70%左右的遮阴有利于七叶一枝花的生长及有效成分积累,是其栽培的适宜光度。

关键词:七叶一枝花;遮阴;光合特性;皂苷含量;人工栽培

中图分类号: S567.23+9.04 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)04-0265-03

七叶一枝花,别称蚤休、重楼,百合科重楼属多年生草本植物,属华中珍稀濒危植物^[1],生长于海拔 700~1 100 m 地带的山谷、溪涧边、阔叶林下阴湿地,喜在凉爽、阴湿、水分适度的环境中生长,喜斜射或散光,忌强光直射,属典型的阴性植物。七叶一枝花以根茎入药,主要用于治疗各种疮毒、痈疽和毒蛇咬伤等^[2]。现代药理研究表明,七叶一枝花具有止血、抗肿瘤、免疫调节等作用,有着巨大的药用价值,而皂苷是其发挥药用价值的主要有效成分^[3-4]。七叶一枝花的利用以野生资源为主,随着需求量日益增加,野生资源逐渐匮乏,人工栽培是解决七叶一枝花供需矛盾和保护野生资源的有效途径。目前关于七叶一枝花人工栽培的研究不多,且仅停留在人工栽培条件下的选地、遮阴、施肥、病虫害防治等简单田间管理上^[5-6],尚无栽培技术的整体和深入研究,而关于不同生态因子对七叶一枝花生理特性影响的研究,笔者未见国内(外)有文献报道。光照是影响植物光合作用、生长发育、产量和品质形成的重要因素^[7]。遮阴可以有效降低光照度、气温、叶面温度和土壤温度,并提高土壤水分含量、空气湿度等,从而影响植物的光合特性。研究表明,遮阴提高了茶树、绞股蓝等的净光合速率^[8-10],降低了崖柏、虎耳草等植物的光补偿点^[11-12]。而植物的光合特性又与植物的次生代谢产物密切相关,因此,遮阴同时还影响药用植物有效成分的积累。如生长在荫棚透光率为 20% 条件下的人参皂苷含量最高^[13],对东北铁线莲进行适度遮阴,既能保证其药材的质量,又能提高其药材的产量^[14]。

本试验通过不同遮阴处理,研究不同光照条件对七叶一枝花光合特性和主要有效成分皂苷含量积累的影响,探讨适

宜其生长和有效成分积累的光照条件,为人工栽培七叶一枝花时光照的科学管理提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料处理

5 月初将长势均一的七叶一枝花野生植株栽入到上口径 21 cm、下口径 14 cm、高 19 cm 的花盆中,基质为壤土,每盆 3.5 kg,各盆农艺管理一致。6 月初选取 40 盆,随机分为 4 组进行不同遮阴处理。遮阴网设在离地面约 1.5 m 处,通过增加遮阴网的层数来调整遮阴程度,并用 LI-250A 照度计(LI-COR 公司产)进行精确测定,设置的遮阴处理分别为:对照 CK(全光照,透光 100%)、50%(遮阴 50%,透光 50%)、70%(遮阴 70%,透光 30%)、90%(遮阴 90%,透光 10%)。处理 60 d 后进行各指标的测定。

1.2 叶绿素含量的测定

随机选取长势基本一致的、健康的叶片,参照 Arnon 的方法^[15],95%乙醇提取叶绿素,用紫外可见分光光度计(DU-800, USA)测定叶片叶绿素含量。

1.3 光合特性的测定

采用 LI-6400 便携式光合测定系统(LI-COR, USA),使用开放气路于阳光充足的晴天,从 07:00—17:00 每隔 2 h 对不同遮阴条件下七叶一枝花叶片净光合速率(P_n)进行测定,获得光合速率日变化趋势。

利用 LI-6400 便携式光合测定系统自带的自动测定程序测定光合-光强曲线(P_n -PAR)。光响应曲线测定设置 13 个光强梯度:0、20、50、100、200、300、500、700、1 000、1 200、1 400、1 600、2 000 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$,由仪器配备的红蓝光源(6400-02B LED 光源)产生。根据 P_n -PAR 曲线的初始斜率 $[\text{PAR} < 250 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})]$ 计算出表观量子效率(AQY)。参照 Bassman 等的方法^[16]计算光饱和点(LSP)、光补偿点(LCP)及最大净光合速率(A_{max})等。

1.4 皂苷含量的测定

采用香草醛-冰醋酸-高氯酸紫外显色测定七叶一枝花

收稿日期:2015-03-03

基金项目:湖南省教育厅项目(编号:12C0843);民族药用植物资源研究与利用湖南省重点实验室开放项目(编号:ZDSYSJJ2013-1);湖南省植物学重点学科建设项目(编号:2011-42)。

作者简介:梁娟(1982—),女,湖南娄底人,硕士,讲师,主要从事药用植物栽培方面的研究。E-mail:liangjuan8242@163.com。

根茎中总皂苷含量。皂苷含量标准曲线的方程为： $y = 0.0002x - 0.0038$ ，其中 x 为皂苷含量 ($\mu\text{g}/\mu\text{L}$)， y 为 560 nm 处吸光度。

计算方法：样品皂苷含量 = $(C \times V_{\text{总}}) / (m \times V_{\text{测}} \times 10^6) \times 100\%$ 。其中 C 为在标准曲线上查到的皂苷含量 ($\mu\text{g}/\mu\text{L}$)， $V_{\text{总}}$ 为提取液总体积 (mL)， $V_{\text{测}}$ 为测定时提取体积 (mL)， m 为样品质量 (g)， 10^6 为样品质量单位由 g 换算成 μg 的倍数。

1.5 数据分析

所有数据均通过 Excel 进行整理，并利用 SPSS 13.0 统计分析软件进行分析和处理。

2 结果与分析

2.1 遮阴对七叶一枝花叶片光合色素含量的影响

叶绿素是光合作用中最重要和最有效的色素，其含量在一定程度上能反映植物同化物质的能力，叶绿素含量的增加有助于光合作用的进行。从表 1 可知，光合色素含量在对照全光照下最低，随着遮阴程度的增加，叶绿素 a、叶绿素 b 均先增加后降低，70% 遮阴下叶绿素含量显著高于其他 4 个处理 ($P < 0.05$)。但过度遮阴 (遮阴 90%) 时，叶绿素含量显著降低。这说明了适当遮阴能提高七叶一枝花叶绿素含量，以缓解光照不足给植株生长和光合作用带来的不利影响，叶绿素 b 含量上升较多更有利于植株吸收弱光下的蓝紫光，保持较强的光合能力。

表 1 不同遮阴处理下七叶一枝花叶片光合色素含量比较				
处理	叶绿素 a 含量 (mg/g)	叶绿素 b 含量 (mg/g)	叶绿素 a/叶绿素 b	总叶绿素含量 (mg/g)
CK	1.12 ± 0.06d	0.52 ± 0.04c	2.14 ± 0.46d	1.64 ± 0.06d
50%	1.65 ± 0.03b	0.65 ± 0.05b	2.54 ± 0.44b	2.30 ± 0.03b
70%	2.04 ± 0.07a	0.83 ± 0.09a	2.46 ± 0.44a	2.87 ± 0.03a
90%	1.36 ± 0.06c	0.59 ± 0.02c	2.32 ± 0.39b	1.95 ± 0.07c

注：同列数据后小写字母不同表示 0.05 水平差异显著。下表同。

2.2 遮阴对七叶一枝花叶片光合作用的影响

2.2.1 遮阴对七叶一枝花叶片光合 - 光响应曲线的影响
不同遮阴处理下七叶一枝花叶片光合对光强的响应趋势基本一致 (图 1)。随着遮阴程度的增加，光合速率、光饱和点、表观量子效率均表现为先增加后降低；而光补偿点则先降低，后又有所增加。70% 遮阴时，光合速率最大，光饱和点最高，光补偿点最低，光照过强 (CK) 或光照过弱 (90% 遮阴) 时，光补偿点增加、光饱和点下降，有效光照范围变窄，光合速率降低。这说明光照度对七叶一枝花叶片光合作用影响显著，适度遮阴有利于其光合作用。另外，不同遮阴处理下七叶一枝花的光

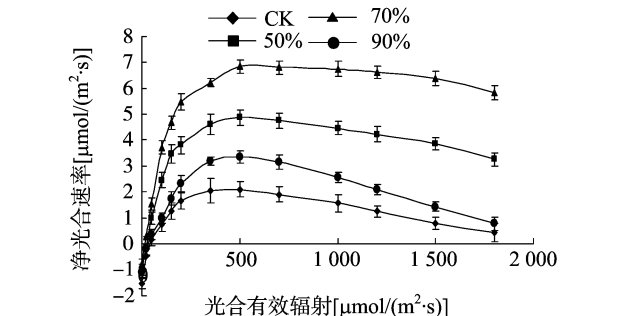


图1 不同遮阴条件下七叶一枝花叶片光响应曲线

补偿点与光饱和点均偏低，例如 70% 遮阴处理下七叶一枝花光饱和点和补偿点分别为 491.2、10.6 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ (表 2)。

表 2 不同遮阴条件下七叶一枝花叶片光合参数				
处理	最大光合速率 [$\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$]	光饱和点 [$\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$]	光补偿点 [$\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$]	表观量子效率
CK	2.04 ± 0.38d	334.8 ± 37d	18.4 ± 1.9a	0.053 ± 0.01d
50%	4.88 ± 0.52b	453.6 ± 51b	13.8 ± 1.7b	0.076 ± 0.02b
70%	6.84 ± 0.75a	491.2 ± 45a	10.6 ± 1.5c	0.084 ± 0.01a
90%	3.35 ± 0.46c	387.8 ± 40c	17.0 ± 2.1a	0.065 ± 0.01c

2.2.2 遮阴对七叶一枝花叶片净光合速率日变化的影响
光照度是影响光合作用主要环境条件之一。图 2 表明，全光照、50% 遮阴下七叶一枝花净光合速率日变化呈明显的双峰曲线，具有明显的“午休”现象， P_n 高峰均出现在 11:00 和 15:00，而 70%、90% 遮阴处理则呈单峰曲线， P_n 高峰出现在 11:00。CK、50%、70% 和 90% 处理日平均 P_n 分别为 1.32、1.71、2.23、0.40 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ，各处理间差异显著 ($P < 0.05$)。

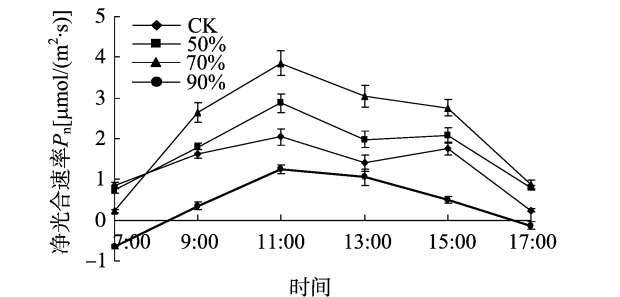


图2 不同遮阴条件下七叶一枝花叶片光合速率日变化比较

2.3 遮阴对七叶一枝花根茎皂苷含量积累的影响
皂苷是七叶一枝花中有效成分的重要组成部分，其含量高低直接影响到七叶一枝花的品质及药用价值。图 3 显示，不同遮阴处理下，根茎体内皂苷含量差异较明显。随着遮阴程度的增加，植株根茎体内皂苷含量先升高后降低。70% 遮阴处理植株根茎体内皂苷含量最大，达到了 7.33%，对照全光照处理以及 90% 遮阴处理下皂苷含量较低，分别为 4.51%、4.80%。可见，光照度对七叶一枝花根茎体内有效成分皂苷含量影响较大，光照度过高或过低都不利于其主要有效成分皂苷含量的积累。

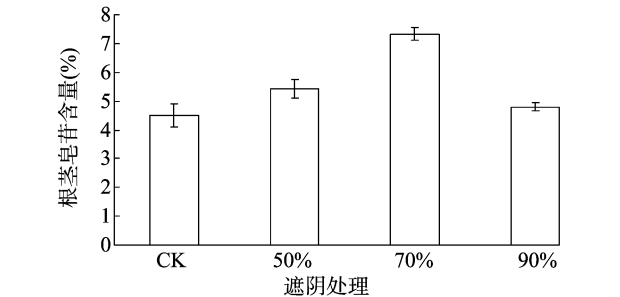


图3 不同遮阴处理下七叶一枝花根茎体内皂苷含量比较

3 讨论

3.1 不同遮阴处理对七叶一枝花叶片光合特性的影响
叶绿素作为植物体内最重要的光合色素，具有吸收和传

递光量子的功能。随着光照度降低,叶绿素含量增加,尤其是叶绿素 b 的增加有利于提高植株的捕光能力,增强对弱光的利用率^[17]。本研究结果表明,随着光强度减弱,七叶一枝花叶绿素 a、叶绿素 b 均逐步增加,70% 遮阴下叶绿素含量最高,说明七叶一枝花在弱光环境下的光能捕获能力增强。但是过度遮阴时(遮阴 90%),叶绿素含量较低,原因是光照太弱,不利于叶绿素的合成。因此,光照过强或过低都不利于植株叶绿素的合成,适当遮阴能提高七叶一枝花叶绿素含量,以缓解光照不足给植株生长和光合作用带来的不利影响。

植物光补偿点和光饱和点的高低直接反映了植物对弱光的利用力,是植物耐荫性评价的重要指标^[18]。总的来说,不同遮阴处理下七叶一枝花的光补偿点与光饱和点均偏低,说明七叶一枝花利用全日照的强光能力不强,对较强光环境的适应性不好,适合在弱光下生长,这与其喜阴的生态习性是完全吻合的。

与叶绿素变化规律一致,七叶一枝花最大光合速率、光饱和点、光合速率日变化平均值等均随遮阴程度的增加逐步升高,70% 遮阴下各个值达到最大,但随着遮阴程度的继续增加,各个值均显著下降。这说明光照过强或过低均不利于植株的光合作用,不利于植株地上部分的生长,七叶一枝花适合生长在一定遮阴的生境中。

不同遮阴下七叶一枝花光合特性差异一方面与植株叶绿素含量有关,因为叶绿素含量直接影响到植物光合能力的强弱,在一定范围内,增加叶绿素含量可以增强叶绿体对光能的吸收和转化,增强光合速率^[19]。对照全光照以及 90% 遮阴条件下七叶一枝花叶绿素含量较低,这是导致植株叶片光合速率较低的重要原因。另一方面,70% 遮阴条件下七叶一枝花净光合速率较其他处理高,与其所处的微环境有关。70% 遮阴处理降低了光照度,并在一定程度上降温增湿,极大改善了七叶一枝花的微环境,缓解水分胁迫,有效消除了叶片净光合速率的“午休”现象。全光照下七叶一枝花因光照度过大,表现出明显的“午休现象”,而深度遮阴又由于光照度太低,导致光合效率低。

3.2 不同遮阴处理对七叶一枝花根茎有效成分含量的影响

光照度除影响药用植物的光合特性外,还和光质、光照时间共同影响其有效成分的含量。研究表明,适宜的光照度能促进植物同化产物的积累,从而有利于次生代谢产物的合成;光照度的减弱诱导生物碱的积累,而使植物组织中生物碱含量增加^[20]。如适当遮阴,绞股蓝中总皂苷^[21]、喜树幼苗叶片中喜树碱^[22]、忽地笑鳞茎中石蒜碱和加兰他敏^[23]等次生代谢产物的含量均有不同程度的提高。因此,在生产实践中,可通过控制光照度来提高药用植物有效成分的含量。

本研究结果表明,70% 遮阴环境条件下七叶一枝花根茎体内皂苷含量显著高于全光照和过度遮阴,说明光照是影响七叶一枝花根茎体内皂苷含量积累的主要环境因子之一。次生代谢产物在植物体内的合成和积累是在植物具有相关基因的基础上,一定环境条件诱导作用的结果^[24]。皂苷是一种广泛存在于高等植物中特殊的糖类化合物,全光照和过度遮阴条件下,植株叶绿素含量低,光合速率低,严重影响了还原糖的生成,进而影响了七叶一枝花根茎体内皂苷的含量。

综上所述,七叶一枝花为阴性植物,全光照和过度遮阴均不利于七叶一枝花的光合作用,不利于有效成分皂苷含量的

积累,70% 左右的遮阴有利于七叶一枝花的生长及有效成分的积累,是其栽培的适宜光照度。

参考文献:

- [1]王诗云,赵子恩,彭辅松. 华中珍稀濒危植物及其保存[M]. 北京:科学出版社,1995:139.
- [2]边洪荣,李小娜,王会敏. 重楼的研究及应用进展[J]. 中药材, 2002,25(3):218-220.
- [3]汤海峰,赵越平,蒋永培. 重楼属植物的研究概况[J]. 中草药, 1998,29(12):839-842.
- [4]张 嫚,李彦文,李志勇,等. 重楼属药用植物的研究进展[J]. 中央民族大学学报:自然科学版,2011,20(4):65-69.
- [5]王 英,饶 军,王海辉,等. 七叶一枝花人工栽培技术研究[J]. 卫生职业教育,2011,29(23):116-117.
- [6]田启建,陈功锡,刘 冰,等. 人工栽培七叶一枝花的生物学特征及物候期研究[J]. 湖南农业科学,2010(13):18-20.
- [7]易九红,张超凡,黄艳岚,等. 遮阴对作物产量和品质的影响及其生理响应研究进展[J]. 作物研究,2013,27(1):64-69.
- [8]肖润林,王久荣,单武雄,等. 不同遮阴水平对茶树光合环境及茶叶品质的影响[J]. 中国生态农业学报,2007,15(6):6-11.
- [9]刘世彪,胡正海. 遮阴处理对绞股蓝叶形态结构及光合特性的影响[J]. 武汉植物学研究,2004,22(4):339-344.
- [10]黄成林,吴泽民,姚永康,等. 遮阴条件下绞股蓝光合作用特点的研究[J]. 应用生态学报,2004,15(11):2099-2103.
- [11]刘建锋,杨文娟,江泽平,等. 遮阴对濒危植物崖柏光合作用和叶绿素荧光参数的影响[J]. 生态学报,2011,31(20):5999-6004.
- [12]贺安娜,林文强,姚 奕. 遮阴对虎耳草光合生理特性的影响[J]. 植物研究,2012,32(6):657-661.
- [13]张治安,徐克章,王英典,等. 不同光强下人参植株中淀粉、可溶性糖和参根皂苷的含量变化[J]. 植物生理学通讯,1994,30(2):115-116.
- [14]韩忠明,赵淑杰,刘翠晶,等. 遮阴对3年生东北铁线莲生长特性及品质的影响[J]. 生态学报,2011,31(20):6005-6012.
- [15]Arnon D I. Copper enzymes in isolated chloroplasts polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*[J]. Plant Physiol,1949,24(1):1-15.
- [16]Bassman J H,Zwierz J C. Gas exchange characteristics of *Populus trichocarpa*,*Populus deltoides* and *Populus trichocarpa* × *P. deltoides* clones[J]. Tree Physiology,1991,8(2):145-159.
- [17]潘远智,江明艳. 遮阴对盆栽一品红光合特性及生长的影响[J]. 园艺学报,2006,33(1):95-100.
- [18]刘悦秋,孙向阳,王 勇,等. 遮阴对异株荨麻光合特性和荧光参数的影响[J]. 生态学报,2007,27(8):3457-3464.
- [19]刘贞琦,刘振业,马达鹏,等. 水稻叶绿素含量及其与光合速率关系的研究[J]. 作物学报,1984,10(1):57-62.
- [20]董娟娥,梁宗锁. 植物次生代谢物积累量影响因素分析[J]. 西北植物学报,2004,24(10):1979-1983.
- [21]王万贤,杨 毅,邓铭,等. 生态因子对绞股蓝总皂苷含量影响的研究[J]. 中草药,1996,27(9):559-561.
- [22]王 洋,戴绍军,阎秀峰. 光强对喜树幼苗叶片次生代谢产物喜树碱的影响[J]. 生态学报,2004,24(6):1118-1122.
- [23]全妙华,余朝文,欧立军,等. 遮阴对忽地笑鳞茎中石蒜碱和加兰他敏含量的影响[J]. 中国农业大学学报,2012,17(4):58-61.
- [24]杜丽娜,张存莉,朱 玮,等. 植物次生代谢合成途径及生物学意义[J]. 西北林学院学报,2005,20(3):150-155.