

· 中药农业 ·

遮阴对濒危药用植物毛黄堇叶片生理特性的影响[△]

韩凤^{1,2}, 李巧玲¹, 王黎¹, 罗川¹, 韩如刚¹, 林茂祥^{1*}

1. 重庆市药物种植研究所, 重庆 408435;

2. 重庆市中药良种选育与评价工程技术中心, 重庆 408435

[摘要] 目的: 找到合理有效的光照条件, 为毛黄堇人工种植提供参考。方法: 以1年生毛黄堇为试验材料, 设置自然光(CK)和25%、50%、75%遮阴4个处理, 通过测定和分析不同处理条件下毛黄堇叶片生理特征、光合特征、叶片形态结构等指标, 探讨遮阴对毛黄堇生长和光合作用产生的影响。结果: 25%遮阴处理可显著提高毛黄堇的净光合速率($P < 0.05$), 75%遮阴处理则起抑制作用; 遮阴对毛黄堇光合色素含量有显著影响, 光合色素含量均随遮阴度增加呈先升高后降低的趋势, 在50%遮阴处理条件下达到最大值, 而在全光照下含量最低; 25%遮阴处理可显著增加毛黄堇叶片宽度、羽片宽及叶面积($P < 0.05$); 药材单株产量以25%遮阴处理最高, 较对照组增产56.34%。结论: 毛黄堇具有一定的耐阴性, 在25%遮阴的条件下生长较好, 遮阴过度或无遮阴均会抑制该植物的生长。

[关键词] 毛黄堇; 遮阴; 叶片; 生理特性; 光合特性; 产量

[中图分类号] S567 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1673-4890(2021)03-0496-05

doi:10.13313/j.issn.1673-4890.20200319002

Effects of Shading on Physiological Characteristics of Leaves of Endangered Medicinal Plant *Corydalis tomentella*

HAN Feng^{1,2}, LI Qiao-ling¹, WANG Li¹, LUO Chuan¹, HAN Ru-gang¹, LIN Mao-xiang^{1*}

1. Chongqing Institute of Medicine Plant Cultivation, Chongqing 408435, China;

2. Chongqing Engineering Research Center for Fine Variety Breeding Techniques of Chinese Materia Medica, Chongqing 408435, China

[Abstract] **Objective:** The reasonable and effective light conditions will found to provide theoretical reference for rational planting of *Corydalis tomentella*. **Method:** One-year-old *C. tomentella* was used as the test material, artificial shading was used, and four shading treatments were studied, including natural light (CK), 25% shading, 50% shading and 75% shading. By measuring and analyzing the physiological characteristics, photosynthetic characteristics and leaf morphological structure of the leaves of *C. tomentella* under different shading conditions, to explore the effect of shading on its growth and photosynthetic physiology. **Results:** 25% shading treatment could significantly improve the net photosynthetic rate of *C. tomentella* ($P < 0.05$), and 76% shading treatment would inhibit. Shading had a significant effect on the photosynthetic pigment content of *C. tomentella*. The light and pigment content increased first and then decreased with the increase of shading degree, reaching the maximum under 50% shading treatment conditions, and the value of the above indicators is the smallest in full illumination. 25% of the relative shading treatment significantly increased the leaf width, feather width and leaf area of *C. tomentella* ($P < 0.05$). The yield per plant of the medicinal materials was the highest with 25% shading, and 56.34% higher than the CK treatment. **Conclusion:** *C. tomentella* has a certain shade tolerance. It grows well under 25% shading. Over shading or no shading can inhibit the growth of the plant.

[Keywords] *Corydalis tomentella* Franch.; shading; leaves; physiological characteristics; photosynthetic characteristics; yield

[△] [基金项目] 重庆市科技局绩效激励项目(cstc2017jxjl-jbky130007); 重庆市基本科研业务费计划项目(2013cstc-jbky-01323); 重庆市卫生局中医药科技计划项目(2012-2-155)

* [通信作者] 林茂祥, 研究员, 研究方向: 药用植物资源分类和濒危植物的保护利用; E-mail: linmx2007@126.com

毛茛菪 *Corydalis tomentella* Franch. 为罂粟科紫堇属植物, 又名干岩罅(重庆南川)、岩黄连(湖北巴东、陕西), 为民间常用贵重中草药, 具有抗菌、消炎、镇痛和强安定作用, 主治疮疖肿毒、肝炎、肝硬化等^[1]。毛茛菪多生于岩石峭壁或岩洞口较干燥岩石缝中, 仅分布于石灰岩山区, 属石山特有物种。其生长环境特殊、自然繁殖率低、种群发展困难, 资源十分匮乏, 灭绝性采挖导致野生资源濒临枯竭^[2]。目前, 毛茛菪的研究还处于起步阶段, 主要集中于资源分布、病虫害调查、引种栽培及分子鉴定等方面^[1-7]。虽然关于毛茛菪的人工栽培也取得了一些成果, 但有关光强对毛茛菪生长、光合特性的影响还未见报道。野生环境中, 毛茛菪不同生长时期所需要的光照条件并不完全相同, 因此, 本研究通过对不同遮阴处理后毛茛菪的形态、产量、生理、光合指标进行测定及分析, 旨在明确其耐阴性及适宜的光照范围, 为毛茛菪合理种植提供参考。

1 材料

种苗由重庆市药物种植研究所刘正宇研究员鉴定为毛茛菪 *Corydalis tomentella* Franch. 种子实生苗。

JFQ-3150G 型植物光合测定仪(山东恒美电子科技有限公司); CPA-2250D 型电子天平(德国塞多利斯有限公司); TU-1810 型紫外分光光度计(北京普析通用仪器有限责任公司); CID-CI-203 型手持式激光叶面积仪(美国 CID 公司); SZ51 型奥林巴斯体视显微镜(日本奥林巴斯株式会社)。

2 方法

2.1 遮阴处理

于2017年9月5日播种, 11月1日间苗, 每盆保留1株, 每个处理重复30株。11月11日统一进行遮阴处理, 以空旷无遮阴为对照(CK)、覆盖1层1针黑色遮阴网处理为25%遮阴(T1)、覆盖1层2针黑色遮阴网处理为50%遮阴(T2)、覆盖1层4针黑色遮阴网处理为相对75%遮阴(T3)。各组均做日常水肥管理。

2.2 指标测定

2.2.1 净光合速率测定 每个处理随机选取5株毛茛菪植株, 于2018年2月20日(春季)、5月21日

(夏季)、8月19日(秋季)、11月17日(冬季)采用植物光合测定仪测定从植株顶部往下第四片完全展开叶的净光合速率。

2.2.2 光合色素(叶绿素 a、叶绿素 b、类胡萝卜素)测定 称取弃去粗大叶脉后的叶片0.1 g, 剪碎, 放入具塞试管中, 加入无水乙醇-丙酮(1:1)混合液10 mL, 25℃下置于暗处浸泡并摇动数次至材料完全变白。取浸泡液, 分别测定663、646、470 nm 的吸光度, 按参考文献[8]方法计算叶绿素质量浓度。

2.2.3 叶片形态指标 2018年11月20日, 从不同处理分别随机选取5株毛茛菪, 测定株高、叶长、叶宽等形态特征, 洗净, 晾干, 称定鲜质量, 烘至质量恒定后称取植株干质量。用激光叶面积仪测量不同遮阴处理下毛茛菪的叶面积, 体视显微镜观察复叶叶轴绒毛。

2.3 数据处理

利用 Excel 2010、DPS 7.05 数据处理系统对试验数据进行分析。

3 结果

3.1 遮阴对毛茛菪形态特征的影响

从表1看出, 毛茛菪形态随着遮阴程度增加发生了不同的变化。总体来说, 在T1条件下毛茛菪植株生长较好, T2次之, T3植株叶片小且大量植株死亡。T1叶面积、叶宽、羽片宽、复叶数、单株鲜质量、单株干质量显著高于其他处理($P < 0.05$); T3条件下, 毛茛菪株高最高、叶长最长, 显著高于其他处理($P < 0.05$); 自然光下, 毛茛菪植株叶片厚度和主叶轴长均显著高于各遮阴处理($P < 0.05$)。以上结果表明, 随着遮阴程度的增强, 毛茛菪植株株高增幅加大, 可能是植株茎叶为了吸收获得更多的光能不断向上生长, 同时也通过增大叶面积获取更多光照来适应弱光环境, 导致T3处理下植株茎叶生长纤细、易折断; 在自然光条件下毛茛菪植株生长较矮、茎叶较短且生长紧凑, 有效避免夏季强烈光照对植株的灼伤, 减少植物死亡。因此, 遮阴处理更有利于毛茛菪植株的生长, 适度遮阴可以提高毛茛菪单株鲜质量和干质量; 过度遮阴不利于毛茛菪植株干物质积累和地下根系生长。

表1 不同遮阴条件下毛黄堇叶片的形态特征及产量($\bar{x} \pm s$, $n=5$)

| 处理 | 叶面积/cm ² | 叶长/cm | 叶宽/cm | 叶片厚/mm | 主叶轴长/cm | 羽片长/cm |
|----|---------------------|---------------|--------------|---------------|---------------|---------------|
| CK | 29.39 ± 8.07c | 16.98 ± 2.90c | 4.16 ± 0.47b | 0.72 ± 0.006a | 14.23 ± 0.89a | 3.15 ± 0.21b |
| T1 | 47.92 ± 12.80a | 27.36 ± 2.63b | 4.96 ± 0.72a | 0.56 ± 0.009b | 10.54 ± 1.61b | 4.31 ± 0.29ab |
| T2 | 38.11 ± 9.24b | 30.74 ± 3.25b | 3.62 ± 0.34c | 0.39 ± 0.005c | 8.76 ± 1.22bc | 4.70 ± 0.90a |
| T3 | 15.49 ± 6.73d | 37.60 ± 1.39a | 3.08 ± 0.26d | 0.21 ± 0.003d | 4.65 ± 0.39c | 2.67 ± 0.19c |

| 处理 | 羽片宽/cm | 复叶数/片 | 株高/cm | 单株鲜质量/g | 单株干质量/g |
|----|--------------|---------------|---------------|---------------|--------------|
| CK | 2.18 ± 0.56c | 34.80 ± 2.86c | 14.36 ± 1.89d | 29.08 ± 1.86b | 3.54 ± 0.24b |
| T1 | 3.14 ± 0.42a | 43.00 ± 3.94a | 19.47 ± 2.24c | 46.59 ± 2.32a | 5.31 ± 0.18a |
| T2 | 2.57 ± 0.72b | 38.60 ± 3.58b | 23.05 ± 3.07b | 31.48 ± 1.27b | 3.80 ± 0.26b |
| T3 | 1.49 ± 0.27d | 30.20 ± 2.86d | 27.14 ± 2.89a | 23.64 ± 1.64c | 2.97 ± 0.23c |

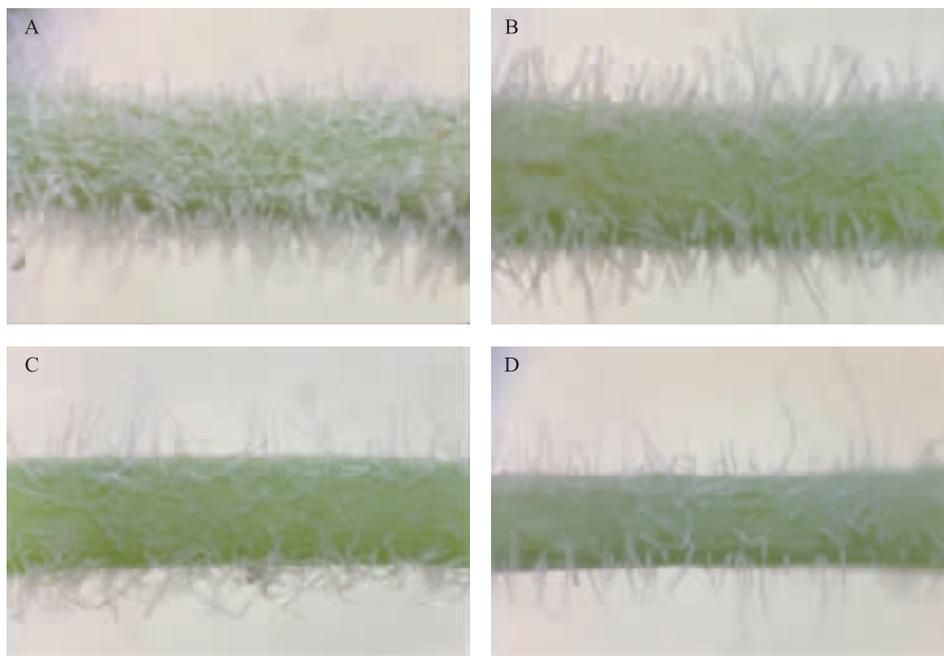
注: 同列不同小写字母表示 $P < 0.05$ 。

在对复叶叶轴绒毛的显微观察中发现, 与其他遮阴处理相比, CK 毛黄堇叶轴密被的绒毛紧密, 随着遮阴增强, 绒毛变稀、变长且弯曲(图1), 说明毛黄堇叶轴绒毛对外界环境的自我调节而有利于自身生长, 防止光照过强, 减少水分的蒸腾散失, 是对恶劣环境适应的一种自我保护。同时还可以看出, T1 的叶轴比 CK、T2、T3 叶轴粗壮。

3.2 遮阴对毛黄堇净光合速率的影响

由图2可以看出, 4个季节的毛黄堇各处理平均

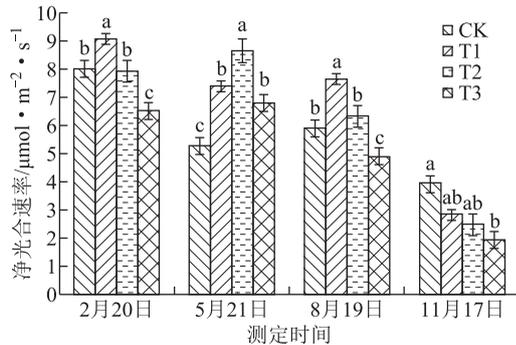
净光合速率变化趋势为春季($7.893 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) > 夏季($7.05 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) > 秋季($6.21 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) > 冬季($2.82 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)。春、秋季, T1 处理毛黄堇叶片净光合速率显著高于其他处理($P < 0.05$); 夏季, 不同遮阴处理下毛黄堇叶片净光合速率显著高于自然光($P < 0.05$), 净光合速率以 T2 处理最高; 而冬季, 自然光下毛黄堇叶片净光合速率显著高于其他遮阴处理($P < 0.05$), 同时随着遮阴程度的增大, 净光合速率呈逐渐降低的趋势。由此可以看出, 毛黄堇人工种植过程中, 春季和秋季光照较强时,



注: A. CK; B. T1; C. T2; D. T3。

图1 遮阴处理对毛黄堇复叶叶轴绒毛的影响($\times 4$)

可以适当遮阴；夏季阳光充足、气温较高，采用 T2 处理以提高光合速率；冬季日照较差，可以不用进行任何遮阴处理。



注：不同小写字母表示不同遮阴处理下 $P < 0.05$ ；下同。

图2 遮阴处理对毛黄堇净光合速率的影响
($\bar{x} \pm s, n = 3$)

3.3 不同遮阴条件对毛黄堇光合色素含量的影响

遮阴对毛黄堇叶片光合色素的影响见图3~5。相同的季节，与自然光相比，毛黄堇叶片的3种光合色素均随着遮阴程度的增加呈现先增加后降低的趋势。在 T2 条件下，4个季节中，毛黄堇叶片的叶绿素 a、叶绿素 b 和类胡萝卜素含量均达到了最大值，与其他处理间差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。相同遮阴条件，CK、T1、T2 处理，叶绿素 a 含量春季 > 秋季 > 夏季 > 冬季；T1 处理叶绿素 a 含量春季 > 秋季 > 冬季 > 夏季。CK 条件下，毛黄堇叶片叶绿素 b 含量秋季 > 春季 > 夏季 > 冬季；T1、T2 和 T3 条件下，叶绿素 b 含量春季 > 秋季 > 夏季 > 冬季。CK 条件下，类胡萝卜素含量春季 > 冬季 > 秋季 > 夏季；T1 条件下，类胡萝卜素含量春季 > 秋季 > 冬季 > 夏季；T2 和 T3 条件下，类胡萝卜素含量春季 > 秋季 > 冬季 > 夏季。

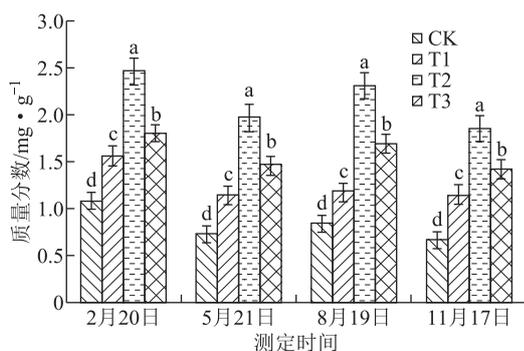


图3 遮阴对毛黄堇叶片叶绿素 a 质量分数的影响
($\bar{x} \pm s, n = 3$)

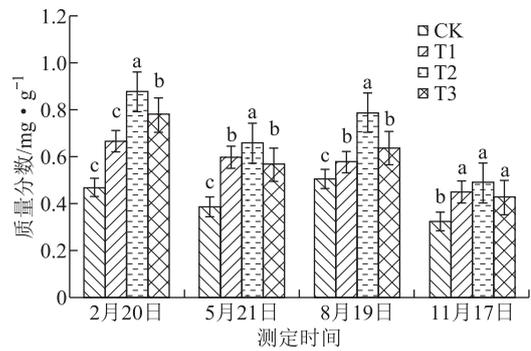


图4 遮阴对毛黄堇叶片叶绿素 b 质量分数的影响
($\bar{x} \pm s, n = 3$)

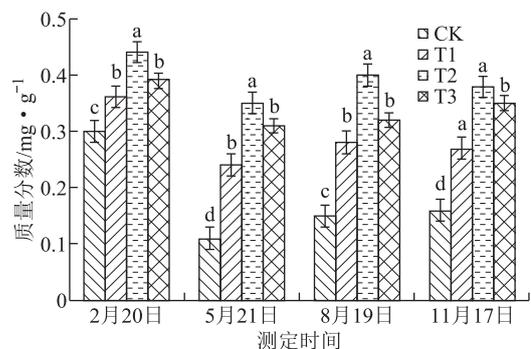


图5 遮阴对毛黄堇叶片类胡萝卜素质量分数的影响
($\bar{x} \pm s, n = 3$)

4 讨论

毛黄堇在 T3 条件下的净光合速率，在各个季节都显著低于其他各个遮阴处理。这是因为如果植物长期处于过度遮阴的环境中，过弱的光照加上随之引起的低温环境，使光合能力受到抑制。在夏季，全光照条件下净光合速率均低于各个遮阴处理，表明遮阴使植株净光合速率提高，这与文献报道一致^[9-12]。遮阴条件下，毛黄堇的株高、叶长、叶宽、叶面积、单株干质量、鲜质量都发生明显的变化。随着遮阴度的增加，毛黄堇植株的株高、复叶数、叶面积、鲜质量等生长指标均呈先增加后降低的趋势，这与白筋等品种研究报道一致^[13-15]。毛黄堇形态特征的变化体现了环境因子对其的影响，也体现了其对环境的适应。

叶绿素是植物叶片进行光合作用的场所，也是植物利用环境因子和适应遮阴胁迫环境的重要指标^[16-17]。遮阴对毛黄堇叶绿素含量有显著影响，叶绿素含量均随遮阴度增加呈先升高后降低的趋势，在 T2 条件下达到最大值，说明适度遮阴有利于叶绿素的合成；同时认为遮阴处理后，叶绿素含量增加，

利于毛黄堇在弱光环境下提高捕光能力,更有效吸收光能,从而提高光合作用,进而说明毛黄堇在叶绿素的生物代谢方面具有较强的适应环境光变化的能力。自然光下,3种光合色素含量都低于遮阴处理,因为在强光下,叶片对过量的光能难以全部吸收消耗,产生光抑制,植株叶绿素难以生成,甚至还会分解^[13]。特别是在夏季高温强光下,全光照处理的植株生长速度滞缓或者开花结果的植株不再生长,甚至有些还会出现植株萎蔫、死亡。综合3种色素在遮阴胁迫下的含量变化,遮阴可以显著提高光合色素的含量,说明毛黄堇对弱光的利用能力强,具有较强的耐阴性。

综合光合速率、叶绿素含量、形态特征和产量因素,适合毛黄堇生长的光环境应在T1条件下。此时,毛黄堇具有较高的光合能力。而T3条件不利于毛黄堇生长。在药用植物种植过程中,药材种类不同,生态习性也存在较大差异,了解各种药用植物的生态习性是药用植物种植的基础。各种药用植物的需光程度不同,这与植物的光合能力有关。试验表明毛黄堇在冬季可在全光照生长,而在光照强度较高的春、夏、秋三季,适当遮阴处理可以提高光合速率,增强光合能力,有利于植株的生长,以达到大面积人工栽培出高产优质毛黄堇药材。

参考文献

- [1] 韩凤,林茂祥,肖杰易,等.濒危植物毛黄堇的引种及生长发育观察[J].现代中药研究与实践,2011,25(2):18-19.
- [2] 韩凤,林茂祥,肖杰易,等.毛黄堇濒危原因及其野生资源保护[J].中国现代中药,2008,10(6):17-18.
- [3] 易思荣,韩凤,黄娅,等.毛黄堇和石生黄堇的ITS序列差异分析[J].中草药,2012,43(11):2257-2259.
- [4] 易思荣,韩凤,黄娅,等.石生黄堇和毛黄堇的核糖体DNA ITS序列分析[J].湖南农业科学,2011,23(12):10-12.
- [5] 韩凤,刘杰,林茂祥,等.濒危植物毛黄堇愈伤组织诱导条件的初步研究[J].现代中药研究与实践,2009,23(4):27-28.
- [6] 韩凤,林茂祥,李娟,等.毛黄堇病虫害调查初报[J].植物医生,2011,24(3):34.
- [7] 韩凤,林茂祥,肖杰易,等.毛黄堇种子萌发特性的初步研究[J].湖南农业科学,2012(8):20-21.
- [8] 李鸿雁,李大红,王彦玲,等.不同光照条件对黄花美冠兰生长特性的影响[J].江苏农业科学,2013,41(7):170-172.
- [9] 刘贤赵,康绍忠.番茄不同生育阶段遮荫对光合作用与产量的影响[J].园艺学报,2002,29(5):427-432.
- [10] 黄娟,夏汉平,蔡锡安.遮光处理对三种钝叶草的生长习性与光合特性的影响[J].生态学杂志,2006,25(7):759-764.
- [11] 朱波,华金渭,程文亮,等.不同遮荫条件对黄精生长发育的影响[J].中国现代中药,2016,18(4):458-461.
- [12] 黄文静,王楠,李铂,等.不同栽培年限珠子参在不同生长期的光合特性及保护酶活性研究[J].中国现代中药,2017,19(10):1415-1419.
- [13] 肖娟,胡艳,蒋雪梅,等.遮荫处理对白筋生长与光合特性的影响[J].安徽农业科学,2013,41(16):7057-7060.
- [14] 义鸣放.小苍兰生长发育与光照强度关系的研究[J].园艺学报,1994,21(4):377-380.
- [15] 李云飞.不同遮荫度对鼠尾草生长的影响[J].北京农业,2009,27(9):168-169.
- [16] SIMS D A, PEAROY R W. Response of leaf anatomy and photosynthetic capacity in *Alorasia macrorrhiza* to a transfer from low to high light[J]. American J Bot, 1992, 79(4):449-455.
- [17] THMPSON W A, KRIEDEMANN P E, CRAIG I E. Photosynthetic response to light and nutrients in sun-tolerant and shade-tolerant rainforest trees. I. Growth, leaf anatomy and nutrient content[J]. Aust J Plant Physiol, 1992, 19(1):1-18.

(收稿日期:2020-03-19 编辑:戴玮)