

遮荫对一年生铁皮石斛生长特性、光合特性及多糖含量的影响

龚庆芳, 赵 健, 何金祥, 黄宁珍, 付传明, 石云平

(广西壮族自治区中国科学院 广西植物研究所, 广西 桂林 541006)

摘 要:以 1 a 生铁皮石斛为试材, 采用人工遮荫方法, 研究了不同光照强度对铁皮石斛生长特性、光合特性及多糖含量的影响, 以期探明光强对铁皮石斛生长特性和品质的影响。结果表明: 在 55% 透光率的条件下, 铁皮石斛的株高、茎粗、净增鲜重值最大, 长势最好; 在透光率为 43% 时, 更利于铁皮石斛多糖的积累。

关键词:光照强度; 铁皮石斛; 生长特性; 光合特性; 多糖

中图分类号:R 284 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)01-0148-03

铁皮石斛(*Dendrobium officinale* Kimkuraet Migo) 属兰科石斛属多年生草本植物, 是我国传统的名贵中药, 拥有“仙草”之美誉。铁皮石斛以其茎入药, 具有健脾养胃、滋阴养肾、润肺生津之功效, 其所含的多糖具有增强免疫力与刺激造血等作用^[1-4]。铁皮石斛分布于海拔 1 600 m 半阴湿的岩石上, 喜温暖湿润气候和半荫半阳的环境, 由于铁皮石斛对生长环境要求极其苛刻, 受小环境相对湿度、温度、光照等因子影响较大, 在自然界中存在的数量有限, 但随着市场需求量加大, 导致人为的过度采挖和破坏生境, 致使铁皮石斛野生资源已濒临灭绝, 目前, 已被国家列为重点保护的药用植物之一。近几年, 铁皮石斛组培快繁技术获得了突破性进展, 解决了种苗短缺的问题, 铁皮石斛的集约化栽培也得到了相应发展, 但目前栽培技术没有规范化。关于环境对铁皮石斛的影响的研究已有很多, 如艾娟等^[5]研究了温度对铁皮石斛生长及生理特性的影响; 谭艳玲等^[6]研究了低温胁迫对铁皮石斛抗坏血酸过氧化物酶活性及丙二醛含量和脯氨酸含量的影响; 尚文倩等^[7]、高亭亭等^[8]研究了光质与种质对铁皮石斛种苗生长和有效成分的影响; 鲍顺淑等^[9]研究铁皮石斛在人工光型密闭式植物工

厂的适宜光照强度; 张宇斌等^[10]研究了不同温度和湿度条件下光照强度对铁皮石斛光合速率的影响, 但关于光照强度对大田栽培的铁皮石斛生长特性及有效成分的影响研究尚鲜见报道, 在铁皮石斛栽培过程中还未有遮荫操作的理论数据支撑。因此, 该试验采用人工遮荫方式调节不同光照强度, 研究不同光强对 1 a 生铁皮石斛生长特性、光合特性和多糖含量的影响, 以期探讨光强对铁皮石斛产量及品质的影响, 为铁皮石斛的大田规模化种植的规范化和提高药材产量和品质提供科学的依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验在广西壮族自治区中国科学院广西植物研究所试验基地进行, 地理位置北纬 25°01', 东经 110°17', 年平均气温 17.4℃, 年降水量 1 949.5 mm, 年平均日照时数 1 670 h。

1.2 试验方法

2012 年 4 月 15 日, 从试验基地选择移栽生长一致的 1 a 生铁皮石斛种苗于试验场地, 缓苗结束后于 5 月 10 日进行遮光处理。通过照度计测定、调节遮阳网的高度和疏密度, 设置透光率为 20% (遮荫 80%), 43% (遮荫 57%), 55% (遮荫 45%), 82% (遮荫 18%) 4 个处理。随机区组设计, 3 次重复。遮荫处理 6 个月后测定生物量和多糖含量。

1.3 项目测定

1.3.1 生物量及形态指标的测定 于 2012 年 11 月 (遮荫处理 6 个月后) 每个小区选择 5 个点取样随机选取 20 株, 3 次重复, 测量株高、茎粗, 称取生物量, 计算总生物量。

1.3.2 光合作用参数的测定 使用 Li-6400 便携式光合作用系统, 于 2012 年 9 月 2 日 9:00~11:00 测定铁皮

第一作者简介:龚庆芳(1980-), 女, 博士, 助理研究员, 研究方向为植物引种栽培及质量评价。E-mail: qingfang_gong@126.com.

责任作者:何金祥(1968-), 男, 研究员, 研究方向为植物引种栽培及生物防治。E-mail: hejinxiang@gxib.cn.

基金项目:广西科技重大专项计划资助项目(桂科重 1355001-3-1); 广西科技攻关资助项目(桂科攻 1346008-5); 广西林业厅资助项目(桂林科字[2011]第 07 号; 桂林科字[2012]第 21 号); 桂林市科技攻关资助项目(20110107-1)。

收稿日期:2013-09-09

石斛叶片的光合作用,选择生长部位相同,大小一致的叶片,每个处理测定5株,每株3片叶子,结果取平均值,测定指标包括:净光合速率(Pn)、气孔导度(Gs)、蒸腾速率(E)、胞间CO₂浓度(Ci)。由于铁皮石斛的叶片不能充满整个叶室,测量受试叶片实际叶面积后,再进行光合数据处理。

1.3.3 光合色素含量的测定 测定光合参数当天,采取新鲜的铁皮石斛叶片,精确称取0.30 g,加入80%丙酮和无水乙醇(1:1)提取液10 mL,30℃黑暗浸提光合色素,直到叶片全部变白。分别在波长为440、645、663 nm处测定吸光度值,3次重复。光合色素根据 Lambert-Beer 定律计算。叶绿素 a 含量 = $(12.7A_{663} - 2.69A_{645}) \times V / (1\ 000 \times W)$; 叶绿素 b 含量 = $(22.9A_{645} - 4.68A_{663}) \times V / (1\ 000 \times W)$; 类胡萝卜素 = $4.7A_{440} - 0.27(\text{叶绿素 a 含量} + \text{叶绿素 b 含量})^{[11]}$ 。

1.3.4 多糖含量测定 参照文献[12]方法测定。

1.4 数据分析

数据统计分析采用 SPSS 13.0 软件进行单因素分析。

2 结果与分析

2.1 不同遮荫处理对铁皮石斛生长特性的影响

从表1可以看出,遮荫处理对铁皮石斛的生长发育有着重要的影响,不同遮荫处理的株高、茎粗、净增鲜重均有显著的差异。在55%透光率的条件下,铁皮石斛株高最高、茎粗最粗、净增鲜重最多,其次为43%光照处理。在透光率为20%的条件下,铁皮石斛的长势最弱。

表1 不同光照条件对铁皮石斛生长特征的影响

Table 1 Effect of different light intensity on the growth characters of *Dendrobium officinale*

透光率/%	株高/cm	茎粗/cm	净增鲜重/g
82	14.75±5.71bc	6.83±0.44a	14.19±0.51b
55	20.96±6.11a	7.03±1.19a	32.46±2.93a
43	17.45±2.79b	6.41±0.98ab	13.51±1.81b
20	12.39±2.73c	5.59±0.92c	6.43±1.02c

注:同一列数据标有不同字母表示差异显著($P<0.05$),下同。

2.2 不同遮荫处理对铁皮石斛光合能力的影响

2.2.1 不同遮荫处理对叶片光合色素含量的影响 从表2可以看出,不同的光照强度下,铁皮石斛叶片叶绿素a含量、叶绿素b含量和类胡萝卜素含量存在显著的差异。在20%透光率的条件下,叶绿素a含量均显著低于其它处理,而在82%的透光率下,叶绿素b含量最低,与透光率为20%的处理差异不显著。43%透光率的处理,叶绿素b和类胡萝卜素的含量最高,但其叶绿素b含量与55%处理无显著差异。当透光率为55%,铁皮石斛叶片所含的叶绿素a含量最高,随着光照强度的减弱,叶绿素a的含量有显著变化,逐渐变少。在透光率

为82%时,叶绿素b含量最低,但与55%、20%处理比较差异不显著。对透光率为55%,叶绿素总量最高,与82%处理无显著差异。由此说明在透光率低的条件下铁皮石斛为利于充分吸收散射光,能调节叶绿素b的含量,保持较强的光合能力;但透光率过低时,不利于叶绿素的形成,从而影响铁皮石斛的生长,而当光照过强时,叶绿素易遭到破坏,不利于叶绿素形成。

表2 不同光照条件对铁皮石斛叶片光合色素含量的影响

Table 2 Effect of different light intensity on the photosynthetic pigments content of *Dendrobium officinale* leaves

透光率 / %	叶绿素 a 含量 / $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$	叶绿素 b 含量 / $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$	类胡萝卜素含量 / $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$	叶绿素总量 / $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$
82	4.294±0.213b	2.149±0.280b	4.573±0.064c	6.443±0.029a
55	4.415±0.136a	2.161±0.144ab	3.503±0.241d	6.576±0.026a
43	4.071±0.157c	2.169±0.159a	7.325±0.069a	6.240±0.035b
20	3.782±0.174d	2.152±0.236b	5.286±0.094b	5.934±0.163c

2.2.2 遮荫处理对铁皮石斛光合特性的影响 从表3可以看出,不同遮荫处理对铁皮石斛光合参数具有显著的差异,55%透光率的条件下,铁皮石斛净光合速率为 $2.234 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,是20%遮荫处理的7倍,43%的光合速率与20%的光合速率差异不显著,而随着光照强度增大到82%透光率,净光合速率也随之减弱。透光率在20%~82%,气孔导度呈单峰曲线,其中在透光率为55%,气孔张开率最高,当透光率上升,也就是说光强逐渐加大,气孔关闭,气孔导度下降。然而透光率为55%与透光率为43%比较,气孔导度急剧下降。在55%透光率的条件下,蒸腾速率最大,与透光率82%比较,蒸腾速率差异不显著。透光率为55%与透光率为43%和20%比较,蒸腾速率有显著差异。不同遮荫处理组的胞间CO₂浓度比较稳定,在20%透光率的条件下,胞间CO₂浓度相对较高。透光率在43%~82%,胞间CO₂浓度差异不显著。净光合速率与气孔导度呈正相关、胞间CO₂浓度与光照强度呈负相关关系,净光合作用速率与胞间CO₂浓度呈负相关关系,气孔导度与胞间CO₂浓度呈负相关关系,而光照强度与光合作用速率、气孔导度无相关性。可见,当光强增加时,净光合速率会下降,这可能是因为光照过强,光合系统受到损害,影响CO₂固定,从而影响光合速率。

表3 不同光照条件对铁皮石斛光合特性的影响

Table 3 Effect of different light intensity on photosynthetic characteristics of *Dendrobium officinale*

透光率 / %	净光合速率 / $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$	气孔导度 / $\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$	蒸腾速率 / $\text{mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$	胞间 CO ₂ 浓度 / $\mu\text{mol} \cdot \text{mol}^{-1}$
82	1.699±0.276b	0.0216±0.0161a	0.4107±0.2937a	235.4±21.8b
55	2.234±0.695a	0.0241±0.0067a	0.4466±0.1207a	255.6±74.8b
43	0.537±0.290c	0.0066±0.0021b	0.1367±0.0649b	257.1±24.9b
20	0.238±0.247c	0.0044±0.0011b	0.0884±0.0152b	293.3±75.3a

2.3 遮荫处理对铁皮石斛多糖含量的影响

从图1可以看出,不同遮荫处理的铁皮石斛多糖含量有显著差异,在透光率为43%的遮荫处理下,多糖含量最高为17.79%,与20%的光照处理比较,多糖含量差异显著,与透光率55%和82%的处理组比较有显著差异。而55%与82%处理组的多糖含量差异不显著。

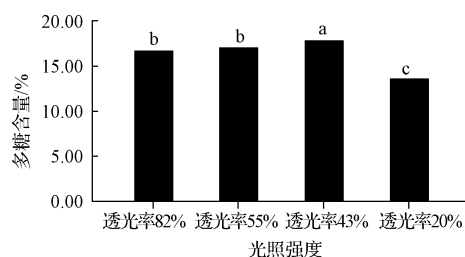


图1 不同遮荫处理对多糖含量的影响

Fig. 1 Effect of shade treatment on polysaccharides content of *Dendrobium officinale*

3 讨论与结论

光在植物生长发育过程中起着十分重要的作用,不同的植物对光照的需求及对不同光照强度的响应均有差异。该试验结果表明,不同的遮荫度对铁皮石斛的生长发育和光合色素、多糖的累积都有明显的影响。光是影响叶绿素形成的主要条件,当光过强时,叶绿素会受光氧化而破坏。对铁皮石斛光合特性研究表明,82%透光率的遮荫处理的植株因为也受到一定程度的光抑制,叶绿素a含量偏低,净光合速率、气孔导度、蒸腾速率等光合指标也随之受到一定的影响,从而影响物质的累积。铁皮石斛在光照为100%的自然光强下生长,叶绿素受到抑制,在种植一段时间后就出现叶片脱落,直至死亡,故没有透光率为100%处理组的数据。经过遮荫处理,在55%透光率的条件下,铁皮石斛叶绿素总量相对较高,光合能力增强,铁皮石斛的株高、茎粗、净增鲜重优于其它光照处理,由此说明,光照过强或过弱都不

利于铁皮石斛的生长。在55%透光率条件下,利于铁皮石斛植株的生长,而在43%透光率的条件下,多糖含量最高,由此说明,在43%条件下,虽然生长量没有达到最佳水平,但在此条件下植物的物质能量更利于多糖的合成和累积。

由此看出,光不仅影响光合作用,还影响着铁皮石斛的生理代谢。该试验研究结果显示,铁皮石斛在透光率43%~55%时最适于生长和多糖累积。

(该文作者还有唐凤鸾、张翠萍,单位同第一作者。)

参考文献

- [1] 张红玉,戴关海,马翠,等.铁皮石斛多糖对S₁(180)肉瘤小鼠免疫功能的影响[J].浙江中医杂志,2009(5):380-381.
- [2] 鲍素华,查学强,郝杰,等.不同分子量铁皮石斛多糖体外抗氧化活性研究[J].食品科学,2009(21):123-127.
- [3] 蔡海兰,黄少君,聂少平,等.铁皮石斛多糖对RAW 264.7细胞分泌TNF- α 的影响[J].中国药理学通报,2012(11):1553-1556.
- [4] Liu X F, Zhu J, Ge S Y, et al. Orally administered *Dendrobium officinale* and its polysaccharides enhance immune functions in BALB/c mice[J]. Natural Product Communications, 2011, 6(6): 867-870.
- [5] 艾娟,严宁,胡虹,等.温度对铁皮石斛生长及生理特性的影响[J].云南植物研究,2010(5):420-426.
- [6] 谭艳玲,张艳嫣,高冬冬,等.低温胁迫对铁皮石斛抗坏血酸过氧化物酶活性及丙二醛和脯氨酸含量的影响[J].浙江大学学报(农业与生命科学版),2012(4):400-406.
- [7] 尚文倩,王政,候甲男,等.不同红蓝光质比LED光源对铁皮石斛试管苗生长的影响[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2013,41(5):155-159.
- [8] 高亭亭,斯金平,朱玉球,等.光质与种质对铁皮石斛种苗生长和有效成分的影响[J].中国中药杂志,2012(2):198-201.
- [9] 鲍顺淑,贺冬仙,郭顺星,等.铁皮石斛在人工光型密闭式植物工厂的适宜光照强度[J].中国农学通报,2007(3):469-473.
- [10] 张宇斌,郭菊,罗天霞,等.不同温度和湿度条件下光照强度对铁皮石斛光合速率的影响[J].北方园艺,2013(8):119-122.
- [11] 中华人民共和国药典委员会.中华人民共和国药典[M].1部.北京:中国医药科技出版社,2010.
- [12] 张志良,瞿伟菁.植物生理学实验指导[M].3版.北京:高等教育出版社,2003.

Effects of Shade Treatment on the Growth and Photosynthetic Characteristics and Polysaccharides Content of Annual *Dendrobium officinale*

GONG Qing-fang, ZHAO Jian, HE Jin-xiang, HUANG Ning-zhen, FU Chuan-ming, SHI Yun-ping, TANG Feng-luan, ZHANG Cui-ping
(Guangxi Institute of Botany, Guangxi Zhuang Autonomous Region and the Chinese Academy of Sciences, Guilin, Guangxi 541006)

Abstract: Taking annual *Dendrobium officinale* as material, the effect of light intensity on the growth and photosynthetic characteristics and the quality of annual *Dendrobium officinale* were investigated by artificial shading method. The results indicated that the plant height, stem diameter, net fresh weight of *D. officinale* would be the best when the light intensity was at 55%. It had the highest content of polysaccharides when the light intensity was at 43%.

Key words: light intensity; *Dendrobium officinale*; growth characters; photosynthetic characteristics; polysaccharides