广东农业科学　　2018，45（2）：29-35
Guangdong Agricultural Sciences　　doi：10.16768/j.issn.1004-874X.2018.02.006

彭昭良，宋凤鸣，黄威龙，等．不同光照强度对 9 种姜科植物生长的影响［J］．广东农业科学，2018，45（2）：29-35.

不同光照强度对 9 种姜科植物生长的影响

彭昭良[1]，宋凤鸣[1]，黄威龙[1]，吴　志[1]，刘　念[2]

（1. 深圳市铁汉生态环境股份有限公司，广东 深圳 518040；
2. 仲恺农业工程学院园艺园林学院，广东 广州 510225）

摘　要：选择白姜花、墨尔本姜花、青城姜花、红丰收、花叶山姜、春秋姜黄、广西莪术、紫花山柰和玫瑰闭鞘姜 9 种姜科植物作为试验材料，研究其在不同光照强度处理下生长状况及形态观赏特性。通过对光响应曲线的测定，得出光饱和点、光补偿点等数据。根据各植物的光响应数据，结合实际养护观测经验，得出各植物适应的大致光照范围，为精细化管养和景观配置提供参考和借鉴。结果表明，花叶山姜等山姜属植物相对耐阴，较难适应全光照，春秋姜黄和白姜花等姜花属植物相对喜阳，且姜花属植物在过度遮光条件下容易倒伏。参试的 9 种姜科植物均适宜在遮光度为 70% 左右的环境中种植。

关键词：姜科；光照强度；生长状况；观赏效果；光合特性

中图分类号：S682.39　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：1004-874X（2018）02-0029-07

Effect of different light conditions on the growth of nine *Zingiberaceae* plants

PENG Zhao-liang[1], SONG Feng-ming[1], HUANG Wei-long[1], WU Zhi[1], LIU Nian[2]

（1. *Shenzhen Techand Ecology & Environment Company Limited in Guangdong Province*, *Shenzhen* 518040, *China*; 2. *Horticulture and Landscape College*, *Zhongkai University of Agriculture and Engineering*, *Guangzhou* 510225, *China*）

Abstract: Nine *Zingiberaceae* plants, such as *Hedychium coronarium* Koen, *Hedychium* sp., *Hedychium qingchengense* Z. Y. Zhu, *Alpinia* 'Red harvest', *Alpinia pumila* Hook. F., *Curcuma attenuate*, *Curcuma kwangsiensis* S. G. Lee et C. F. Liang, *Kaempferia pulchra*, *Costus* bakeri, were used as experimental materials. The physiological properties and morphology of these nine plants were studied under different light intensity. The light response curves including light saturation point（LSP）and light compensation point（LCP）data were also measured. According to the light response data of the nine *Zingiberaceae* plants, combined with actual conservation observation experience, finally, we obtained the approximate range of illumination for each plant. The aim is to provide reference and reference for the refinement and landscape configuration. The results showed that *Alpinia pumila* Hook. F. and other *Alpinia* species were relative shade-requiring, of which were difficult to adapt to the whole light. *Curcuma attenuate* and *Hedychium coronarium* Koen were relative heliophilous. Under the condition of excessive shading, the *Hedychium* species would easily cause lodging. It was suitable for planting nine *Zingiberaceae* plants in the 70% shading environment.

Key words: *Zingiberaceae*; light intensity; growth; ornamental characteristics; photosynthetic characteristics

收稿日期：2017-12-10
基金项目：国家重点研发计划项目（2017YFC0504904）；广东省产学研项目（2016B090918043）
作者简介：彭昭良（1990-），男，助理工程师，E-mail：sharp6066@163.com
通讯作者：刘念（1957-），男，硕士，教授，E-mail：liunian678@163.com

姜科（*Zingiberaceae*）植物广泛分布于热带和亚热带地区，该科野生花卉资源丰富、种类繁多、形态各异、色彩多样，是开发新型栽培花卉品种的重要资源。姜科花卉在国外已广泛应用于切花、盆花和园林，在我国除花叶艳山姜（*Alpinia zerumbert*‘Variegata’）和白姜花（*Hedychium coronarium* Koen）在华南地区广为应用外，其余种类在园林中应用较少[1-3]。中国科学院华南植物园、西双版纳植物园较多地进行了姜科植物种质资源的引种驯化、迁地保护和相关科学研究，在园区引种多种姜科植物营造姜科专类园[4]，其他植物园一般仅引种少量栽培于药用专类园。近年来，公园景观配置应用的姜科种类有所增加，如闭鞘姜科种类偶见于园林地被，姜荷花（*Curcuma alismatifolia* Gagnep.）开始以时花的形式应用于花境等，但整体上应用种类仍较为单一。

通过对珠三角各大公园内种植的姜科植物资源的调查，我们发现姜科植物在园林中的应用主要受限于应用生境和养护水平。据报道，由于相关栽培技术资料的缺乏，市场上高质量的姜科苗木少见，且园林栽培时容易景观散乱[5]。不同属种的姜科植物种植需营造适宜的光照和湿度条件，且不同种类在不同苗龄对光照的需求和适应性差异较大，如姜荷花（*Curcuma alismatifolia* Gagnep.）、生姜（*Zingiber officinale* Roscoe）在苗期均需遮阴，后期在土壤水分供应充足时可适应全日照[6-7]。场地的光照条件是决定其生长状况和景观价值的主要因素。但是目前除姜花属有少数耐阴性研究报道[5,8]外，鲜有关于不同属种姜科类植物耐阴性的研究。我们通过设置不同的遮光处理，开展几种姜科植物的比较试验，研究不同光照对几种姜科植物生长和景观效果的影响，并测定光合响应曲线，以期总结出这几种植物适宜的光照强度及园林养护要点。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料于 2017 年 4 月从广州仲恺农业工程学院钟村苗圃引种（具体种类见表 1），移栽到东莞铁汉生态桥头苗圃中。将大小一致的 9 种姜科植物块茎分别种植于口径 30 cm、高 30 cm 的美植袋中，玫瑰闭鞘姜种植于口径 50 cm、高 42 cm 的美植袋中。缓苗至各种类姜科植物均已展叶，生长至一定株高后，分别置于全光照环境、遮光度为 70% 环境（单层遮阳网）、遮光度为 98%（双层遮阳网）的环境中培养 3 个月，试验期间各处理进行正常一致的养护管理。

表 1　供试姜科植物

品种	拉丁学名	科属
白姜花	*Hedychium coronarium* Koen	姜科姜花属
墨尔本姜花	*Hedychium* sp.	姜科姜花属
青城姜花	*Hedychium qingchengense* Z. Y. Zhu	姜科姜花属
广西莪术	*Curcuma kwangsiensis* S. G. Lee et C. F. Liang	姜科姜黄属
春秋姜黄	*Curcuma attenuate*	姜科姜黄属
红丰收	*Alpinia*‘Red harvest’	姜科山姜属
花叶山姜	*Alpinia pumila* Hook. F.	姜科山姜属
紫花山柰	*Kaempferia pulchra*	姜科山柰属
玫瑰闭鞘姜	*Costus bakeri*	闭鞘姜科闭鞘姜属

1.2 试验方法

1.2.1 *植物观赏效果的观测评价*　建立姜科植物观赏效果评分标准体系（表 2），培养 3 个月后对在不同光照强度环境下生长的的 3 组植物的茎叶状况、开花状况及整体观赏效果等进行观测和打分，评价和分析每组观赏效果。试验结

表 2　姜科植物观赏效果评分标准

调查指标	8~10 分（好）	6~8 分（较好）	5~6 分（一般）	低于 5 分（很差）
整体效果	生长良好，株型整齐，覆盖度好	生长较好，株型较整齐，覆盖度较好	生长状况一般，株型大致整齐，覆盖度尚可	株型参差不齐，易倒伏，或植株生长较差，植株矮，覆盖度低
茎叶生长状况	叶片油绿，假茎挺直，叶尖无焦黄，无病虫害斑，无灼伤、发白、皱卷现象	叶片绿，假茎直，叶尖很少焦黄，几乎无或轻微病虫害斑或灼伤、发白、皱卷现象，正常情况下植株不容易倒伏	叶片发黄，有少量灼伤、白斑，叶片皱卷，新叶及叶尖焦黄；或叶片窄小，假茎节间长，植株柔软易倒伏，景观散乱	叶片有灼伤、白斑，叶片皱卷，新叶及叶尖多焦黄；或叶片窄小，假茎节间伸长，植株歪斜易倒伏景观效果极差
开花效果	开花整齐，花量大，花期长	开花较整齐，花量较大，花期较长	开花整齐度一般，花量较少	开花株少，花量少或不开花，开花不整齐

束时，由 3 名园林养护工作者分别进行打分，3 个指标权重相同，各占 10 分，相加为总分，对各打分值求平均值得出最终得分。

1.2.2　*植物生长指标测定*　培养 3 个月后分别测量植物的株高、冠幅生长量，以单个球茎植株的长轴冠幅为准，并用 SPAD 便携式叶绿素仪实时测定叶片叶绿素含量。

1.2.3　*光合特性的测定*　光响应曲线的测定采用 Li–6400XT 光合测定仪自带的光源，将光强设 0、20、40、60、80、100、150、300、600、800、1 000、1 200 $\mu mol/m^2 \cdot s$ 的光照梯度，按自动程序进行测定。重复 3 次后将数据求平均值，采用光合软件对均值进行光合光响应曲线方程拟合和计算[9]。

1.2.4　*数据分析方法*　用 Excel 2013 进行原始数据的统计和整理及图表制作，采用 SPSS 20.0 软件进行方差分析。

2　结果与分析

2.1　不同光照强度对姜科植物观赏效果的影响

通过从整体效果（10 分）、茎叶生长状况（10 分）和开花效果（10 分）3 个方面对 9 种姜科植物进行综合评判，依据所建立的观赏效果评分标准体系，评分结果如表 3 所示。供试 9 种姜科植物中，可能由于苗龄过小、植株营养尚缺乏，红丰收在引种当年未观测到开花，广西莪术仅有极少量植株开花。青城姜花、墨尔本姜花等在全日照下叶片出现明显灼伤，叶尖发黄，开花不整齐，植株生长不良；玫瑰闭鞘姜在强光下节间变短，茎干螺旋状弯曲不明显，叶片两侧皱卷，嫩叶容易灼伤，形成白斑，少数植株叶片灼伤后易感软腐菌，导致整株死亡。遮光 98% 下供试的 9 种姜科植物均出现徒长、植株歪斜、极易倒伏，且无法正常开花。3 种处理下，遮光 70% 最有利于植物生长，从而保持较好的观赏效果。春秋姜黄是几种姜科植物中相对耐暴晒的种类，故其在不同光照处理下都能保持较好的生长状态和观赏效果。花叶山姜、紫花山柰是相对耐阴的种类，两种遮光效果处理下差别不大。

表 3　不同光照强度下 9 种姜科植物的观赏效果比较

品种	评 分		
	全日照	遮光 70%	遮光 98%
白姜花	18	26	16
墨尔本姜花	12	24	15
青城姜花	15	24	13
广西莪术	14	20	15
春秋姜黄	24	26	24
红丰收	14	18	18
花叶山姜	12	24	24
紫花山柰	16	24	24
玫瑰闭鞘姜	18	24	18

2.2　不同光照强度对姜科植物生长状况的影响

2.2.1　*株高*　不同光照强度处理对 9 种姜科植物株高的影响见图 1。图 1 显示，玫瑰闭鞘姜自

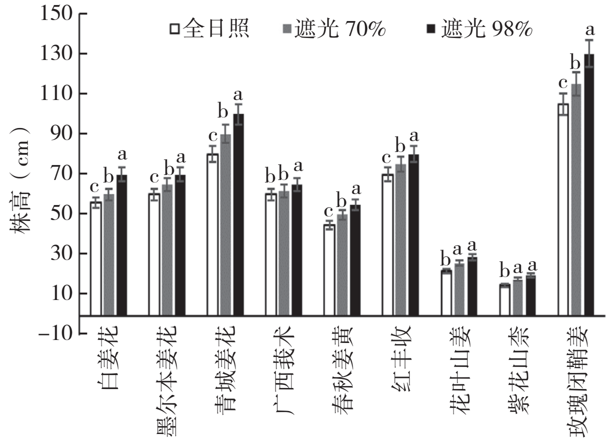

图 1　不同光照强度下 9 种姜科植物的株高比较

然株高约 1.5 m，姜花属自然株高在 1 m 左右。全日照处理下，白姜花、墨尔本姜花等有明显假茎的植物株高较矮，叶片间距较短，植株紧凑，株高较遮光 70% 处理下降 5%～10%。98% 遮光处理下供试姜科植物的株高明显增大、叶片间距较长、植株显著徒长，增幅在 10%～15%；青城姜花、玫瑰闭鞘姜等株型较大的植株已有倒伏趋势。同苗龄的玫瑰闭鞘姜，其徒长植株与灼伤植株株高相差 20～30 cm。广西莪术、春秋姜黄、花叶山姜、紫花山柰几种植物没有明显假茎，在遮光处理下仅叶柄伸长，株高变化幅度相对较小、在 5～10 cm 范围内。

2.2.2　冠幅　由图 2 可知，从表观上看，不同光照强度处理对姜科植物冠幅的影响相对较小，但在全日照处理下，植物叶片长度相对短而宽，遮光条件下叶片窄而长，因此，白姜花等几种姜科植物在不同光照强度处理下冠幅仍有显著

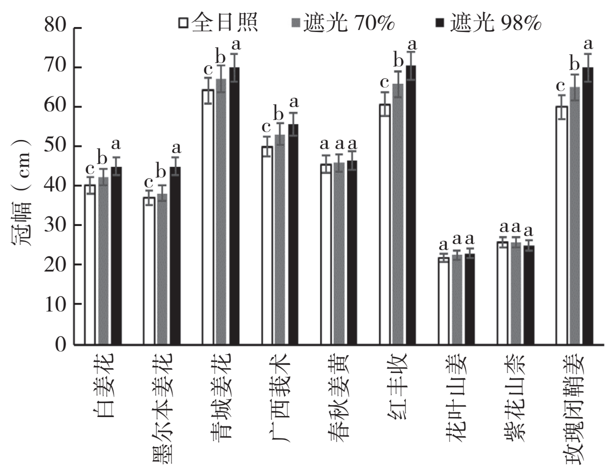

图 2　不同光照强度下 9 种姜科植物的冠幅比较

差异，遮光条件下冠幅比全日照下增大 10～15 cm，且差距随苗龄增大而变大。春秋姜黄、广西莪术以及生长速度较慢、叶片数较少的紫花山柰、花叶山姜在不同光照强度下冠幅差异不大，基本在 5 cm 以内。

2.2.3　叶片叶绿素含量　由图 3 可知，不同光照强度处理对植物叶片的叶绿素含量影响显著。花叶山姜、紫花山柰和红丰收叶片本身具斑纹，叶绿素含量相对较低，在遮光 70% 条件下分别为 31.23、32.67 和 39.42。全日照条件下各植物叶片均表现出一定程度的黄化，叶片的 SPAD 值降低至 20～30；遮光 70% 下姜科植物叶片叶绿素含量较全日照条件显著提高 15%～25%；遮光 98% 条件下植株叶片叶绿素含量比遮光 70% 处理增幅减小、在 5%～10% 左右波动，紫花山柰、广西莪术、花叶山姜本身叶绿素含量相对偏低，不同遮光处理间无显著差异。

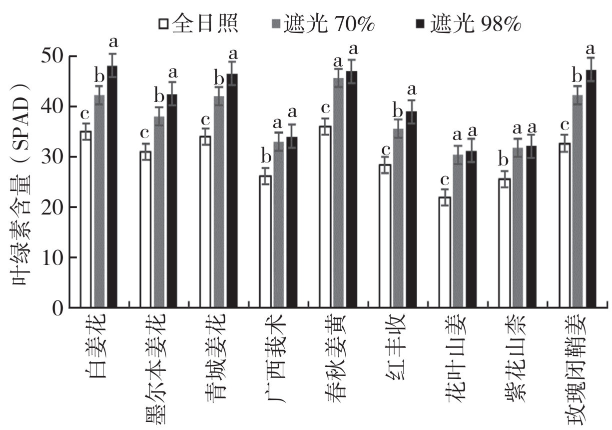

图 3　不同光照强度下 9 种姜科植物的叶片叶绿素含量比较

2.3　不同光照强度对姜科植物光合生理的影响

2.3.1　光响应曲线　通过对 9 种姜科植物的光响应数据进行测定，拟合得到各植物的光响应曲线（图 4）。除白姜花、春秋姜黄外，其余几种植物在光照强度超过 300 μmol/m^2・s 时净光合速率均表现出明显下降的趋势，表明光照强度超过 300 μmol/m^2・s，这些植物的光合作用便受到了抑制。实际观测中，春秋姜黄和白姜花也是相对耐晒的种类，尤其是春秋姜黄在全日照条件下仍有相对较好的表现。

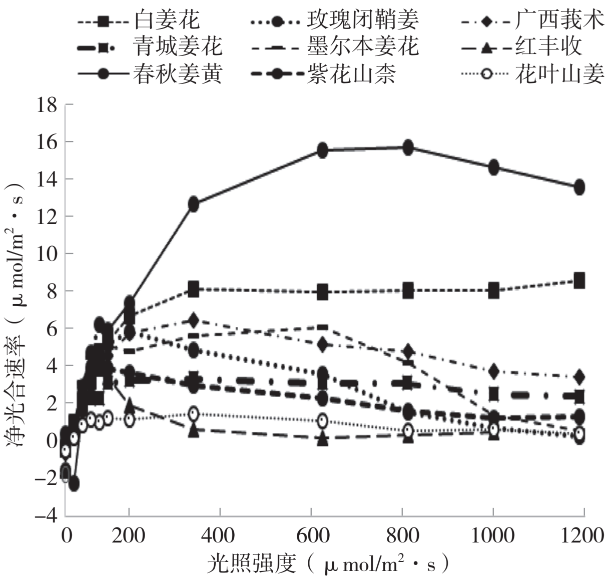

图 4　不同光照强度下 9 种姜科植物的光响应曲线比较

2.3.2　*光响应参数*　植物在相同条件下的光补偿点、光饱和点、最大净光合速率可反映其耐阴程度。一般阳生性植物比阴生植物具有较高的光饱和点和光补偿点；但也有一些植物对光照适应幅度较大，光补偿点较低而光饱和点较高[10]。从供试几种姜科植物的光饱和点参数（表 4）可以看出，9 种姜科植物光饱和点和光补偿点均较低，除春秋姜黄外，其他 8 种植物的光饱和点均低于 10 μmol/m²·s，表明这些植物均可忍耐并适应一定程度的缺光条件，均为耐阴植物。春秋姜黄光饱和点最高、为 628.8 μmol/m²·s，其次为白姜花（357.6 μmol/m²·s）。可见，花叶山姜、红丰收、墨尔本姜花、紫花山柰为相对喜阴的种类，白姜花、春秋姜黄、青城姜花为相对喜阳的姜科植物。

植物的表观量子效率越大，说明植物越能在弱光条件下顺利进行光合作用和光合产物的积累，在弱光下仍能保持长势。从表 4 可以看出，白姜花、春秋姜黄、红丰收在弱光下仍能维持较高的光合同化效率，表观量子效率＞0.85；但春秋姜黄开花量大、红丰收叶片具黄纹，叶绿素含量相对较低，茎叶积累的光合产物相对较少，故不会发生倒伏，而白姜花在弱光下很难开花，仅徒长叶片和假茎，从而容易导致倒伏。

本试验于 8 月初进行，仪器测得的全日照下光照强度为 1 600～2 000 μmol/m²·s，遮光 70% 时光照强度为 480～600 μmol/m²·s，遮光 98% 时光照强度在 32～40 μmol/m²·s。实际观测中，9 种植物在遮光 70% 情况下，除春秋姜黄外，其他 8 种植物的光合作用应均处于受抑制状态，但在该处理下均能正常生长；有直立假茎的白姜花、墨尔本姜花、青城姜花、玫瑰闭鞘姜在遮光 98% 情况下虽然可全部成活，但均出现明显徒长甚至倒伏现象，严重影响观赏性。可见，试验测得的光响应参数只能作为参考，表明在该光照范围内植物可以生长和存活，但具体表现仍应以实际观测为准。

3　结论与讨论

植物的叶片数以及叶片的叶绿素含量、最大净光合速率与耐阴性均有一定相关性[11-12]。姜花属的白姜花、青城姜花、墨尔本姜花以及玫瑰闭鞘姜等均具有较多叶片，叶片叶绿素含量

表 4　不同光照强度下 9 种姜科植物的光响应参数比较

品种	光补偿点（μmol/m²·s）	光饱和点（μmol/m²·s）	最大净光合速率（μmol/m²·s）	表观量子产率
花叶山姜	9.6	69.6	1.52	0.049
紫花山柰	7.2	187.2	2.78	0.051
春秋姜黄	16.8	628.8	16.57	0.089
红丰收	2.4	164.4	3.99	0.085
墨尔本姜花	9.6	105.6	6.29	0.059
青城姜花	0	219.2	3.43	0.055
广西莪术	7.2	189.6	6.64	0.075
玫瑰闭鞘姜	4.8	182.4	6.40	0.085
白姜花	4.8	357.6	8.81	0.081

也相对较高，最大净光合速率值也相对较大，生长速度较快。在弱光条件下，植物生长主要受光照强度限制，往往通过形态和生理的响应来适应弱光。叶片叶面积增大、叶片厚度变薄、维管束不发达等属于形态适应，而叶绿素含量、酶活力、光合生理指标的改变等属于生理适应[13]。植物为了最大限度的捕获光能，地上部分尤其是茎叶会分配更多的光合产物，因此植物的根冠比会减小[14-15]。地上部分的生物量增大，假茎水分过多、维管束欠发达，无法受力，便容易倒伏。花叶山姜、紫花山柰等山姜属、姜黄属、山奈属植物本身叶片数少，叶片叶绿素含量低，光合效能也相对较低，故生长缓慢、不易徒长，且由于没有明显假茎便不会倒伏。

在强光下，植物为避免吸收过量的光能，叶片面积变小，细胞液浓度增高、含水量减小、维管束发达；同时光照加强能更有效地获得生长所需的养分和水分，促进光合产物和生长素等物质向下运输，有利于根系发育和生长，植物的根冠比会增大[16-17]。适宜光照下，姜花属植物能正常生长，不会出现倒伏现象，且球茎产量较大。当光过量、叶片吸收过多光能而又不能及时有效地加以利用或耗散时，植物就会遭受强光胁迫，发生光抑制[18]，光合能力降低，长期的强光胁迫会导致叶片灼伤，植物生长不良甚至无法存活。本试验中观测到的现象也验证了这一点。

以往多数报道认为姜科为半阳性植物，能忍受较强光照，也具有较强耐阴性，管理上可以相对较为粗放[19-20]。但根据实际观测和本研究获得数据表明，不同属种的姜科植物对光照适应性表现出很大差异性，春秋姜黄对光适应的生态幅较宽，既能耐阴又能适应强光胁迫，而有明显直立假茎的姜花属植物即便有较小的光补偿点，生理上可适应弱光，但其在形态上对弱光的可塑性较差、耐阴性相对较弱。耐阴性是植物长期适应进化形成的一种遗传特性，参试的姜花属、姜黄属植物多分布在向阳湿润的林缘，仅有花叶山姜可分布在郁闭度较高的林下，与试验得出的数据基本一致。

在实际的种植养护中，参试的 9 种植物均适宜在遮光度为 70% 左右的环境中种植，在园林应用时应选择适宜光照条件的场地，如种在林缘或建筑物附近，避免阳光直射或减少日晒时间，以免发生叶片灼伤。同时可依据各植物对弱光的适应能力进行合理的景观配置，如花叶山姜、紫花山奈等耐阴性较好、没有明显假茎的植物可植于林下较荫蔽的场地作为地被应用，有假茎的姜花属植物建议仅植于林缘或路缘，以保持充足光照，避免徒长倒伏。

参考文献：

[1] Wu T L. Phytogeography of the *Zingiberaceae*.［J］. Journal of Tropical & Subtropical Botany, 1994: 1–14.

[2] 刘念. 姜科植物花卉资源［J］. 广东园林，1994（3）：15–16.

[3] 高江云，陈进，夏永梅. 国产姜科植物观赏特性评价及优良种类筛选［J］. 园艺学报，2002，29（2）：158–162.

[4] 谢建光，方坚平，刘念. 姜科植物的引种［J］. 热带亚热带植物学报，2000，8（4）：282–290.

[5] 胡秀，寇亚平，刘念. 4种景观类姜花属植物的栽培和养护研究［J］. 广东农业科学，2011，38（13）：42–44.

[6] 曾晓辉，曾宋君，刘文，等. 红观音姜荷花新品种的选育及栽培技术［J］. 广东农业科学，2014，41（12）：51–54.

[7] 张瑞华，徐坤. 苗期遮光光质对生姜光合及生长的影响［J］. 应用生态学报，2008，19（3）：499–504.

[8] 寇亚平，刘念，胡秀，等. 三种景观类姜花属植物的光合作用特性研究［J］. 广东农业科学，2011，38（12）：45–47.

[9] 叶子飘. 光合作用对光和CO_2响应模型的研究进展［J］. 植物生态学报，2010，34（6）：727–740.

[10] 邹长明，王允青，刘英，等. 四种豆科作物的光合生理和生长发育对弱光的响应［J］. 植物生态学报，2015，39（9）：909–916.

[11] 陆銮眉，林金水，陈金河. 7种观叶小盆栽植物的光合特性与耐阴性研究［J］. 热带作物学

报, 2013, 34(4): 732–737.

[12] 吴永华, 许宏刚, 廖伟彪, 等. 10种地被植物的耐阴性比较研究[J]. 甘肃林业科技, 2010, 35(3): 47–50.

[13] 李芯妍, 滕志远, 徐启江, 等. 遮荫对黑茶藨子叶片形态结构和光合特性的影响[J]. 植物研究, 2017, 37(4): 521–528.

[14] 薛立, 曹鹤. 逆境下植物叶性状变化的研究进展[J]. 生态环境学报, 2010, 19(8): 2004–2009.

[15] 张书娜. 光照和施肥对林冠下珍贵阔叶树种人工更新的影响[D]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2015.

[16] 魏明月, 云菲, 刘国顺, 等. 不同光环境下烟草光合特性及同化产物的积累与分配机制[J]. 应用生态学报, 2017, 28(1): 159–168.

[17] Claveau Y, Messier C, Comeau P G, et al. Growth and crown morphological responses of boreal conifer seedlings and saplings with contrasting shade tolerance to a gradient of light and height[J]. Canadian Journal of Forest Research, 2011, 32(32): 458–468.

[18] 王艺, 韦小丽. 不同光照对植物生长、生理生化和形态结构影响的研究进展[J]. 山地农业生物学报, 2010, 29(4): 353–359.

[19] 欧云锋. 姜科热带分布与高山分布类群传粉生物学的比较[D]. 广州: 华南师范大学, 2010.

[20] 刘盼盼. 两种姜科花卉的组培快繁及生长调控研究[D]. 广州: 华南师范大学, 2013.

（责任编辑　张辉玲）