

植物遮荫效应的研究进展

宋晓蕾¹, 杨红玉², 曾黎琼³, 段玉云³

(1. 云南师范大学 生命科学学院, 云南 昆明 650092; 2. 昆明学院 生命科学与生物技术系, 云南 昆明 650118;
3. 云南省农业科学院 生物技术与种质资源研究所, 云南 昆明 650223)

摘 要: 植物为了适应遮荫的环境, 改变自身的生理生化特性, 如叶绿素含量、光合特性、蒸腾特性、气孔导度、与光合作用相关的酶、膜脂过氧化物酶、膜保护酶活性、内源激素含量、游离脯氨酸含量及花色素苷含量等, 从而保证植物体自身能在遮荫的条件下充分利用光能进行正常的生命活动。现从遮荫对植物生长环境、生长发育、生理生化特性等方面的影响介绍目前的研究进展。

关键词: 植物; 遮荫; 生长环境; 生长发育; 生理生化特性; 矿质营养
中图分类号: Q 948.112⁺.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2009)05-0129-05

遮荫是使植物接收的光量子密度受到限制的环境或人为因子^[1]。遮荫可以是有规则的即永久性的遮荫或季节性的遮荫也可以是不规则的。

遮荫的材料各式各样, 如稻草、谷草、玉米秸秆、小麦秸秆、苇帘、草帘、各种棚膜、竹竿、不织布(无纺布如帆布等)、遮阳网及各种树枝等^[2]都可以用做遮荫材料。同样遮荫的形式也因材料的不同而迥异, 如可用稻草、谷草、玉米秸秆、小麦秸秆等来用作遮荫草, 也可用竹竿、不织布等搭建遮荫蓬, 亦可用草帘、苇帘等盖遮阳网。因此各地区可根据自身条件因地制宜选择遮荫材料和形式。近年来随着科学技术的发展, 人们利用遮荫对植物产生的不同效应, 构建复层种植结构(即以乔、灌、藤、花、草多种植物合理混配的多品种、多层次、互促共存、遮荫效果好的林荫型绿化结构), 提高了单位面积绿地绿化生态效应, 为模拟自然、进行城市森林建设做出了贡献。

1 遮荫对植物生长环境小气候的影响

植物的生长发育受自然界光、温、水、气、热等诸多环境因子的影响。遮荫对这些环境因子中影响最大的就是光因子^[3]。光不仅可以为植物的光合作用提供能量, 即光通过光合作用把太阳能转化为化学能储存在淀粉和蔗糖中的能量作用, 而且还能为植物的形态建成提

供信号, 即光通过植物的光敏色素、隐花色素等光受体感受光质、光量的变化, 然后经过信号传导, 调控基因的表达, 最终导致植物做出适应性反应^[4,5]。

遮荫降低了到达地表的太阳总辐射量, 相应的也改变地表层的地、气温度及相对湿度。Bell 等^[6]报道, 在不同时段的短时间遮荫对匍匐剪股颖(*Agrostis stolonifera*)草坪冠层温度的影响不同。上午遮荫使空气温度下降 3℃, 下午遮荫则使空气温度下降 6℃, 而且遮荫可通过减缓空气流通从而使小环境的相对湿度增加。

另外, 遮荫还有助于增加土壤含水量, 降低土壤容重, 增加土壤孔隙度, 增强土壤保水、保肥能力^[7]。因此可以说, 植物在一定光照条件下生长的改变是这些小气候因子的综合作用结果。

2 遮荫对植物生长发育的影响

2.1 遮荫与植物的营养生长

20 世纪 40 年代以来, 国内外有很多学者对通过人工遮荫, 不同光照强度对植物生长发育产生的影响进行了大量的研究。尽管研究的结果各有差异, 但大多数人认为, 遮荫促进了植物的营养生长。特别是作为光照强度的主要器官—叶片, 随光照强度的改变会发生明显的相应变化。例如: 经过了各种遮光处理的肾蕨(*Nephrolepis auriculata*)植物的叶片长度、宽度和面积相对增长量方面均出现逐渐变大的趋势, 而对照均为最小^[8]。又如不同遮荫条件下的少花桂(*Cinnamomum pauciflorum*)幼苗的叶面积指数变化趋势由大到小的顺序是: 一层遮荫, 自然光照, 二层遮荫, 三层遮荫^[9]。不仅叶片面积, 而且叶片的解剖结构也随着遮荫程度的加深而发生了明显的改变。研究表明, 植株在遮荫条件下, 叶片细胞层数减少^[10], 栅栏组织退化^[11-14]。在遮荫的弱光条件下, 棉花(*Gossypium hirsutum*)子叶期叶片的结构已发生

第一作者简介: 宋晓蕾(1982-), 女, 在读硕士, 主要研究方向为植物生理生化与分子生物学。E-mail: songxiaolei612@sina.com。
通讯作者: 杨红玉(1964-), 女, 博士, 副教授, 现从事植物生理方向的研究和教学工作。E-mail: Yanghongyukm@126.com。
基金项目: 国家自然科学基金资助项目(30860121); 昆明绿色经济示范区项目。
收稿日期: 2008-12-19

明显的变化, 子叶变薄, 栅栏组织和海绵组织厚度相应减小, 栅栏细胞排列较疏松, 细胞密度减小, 叶片组织同化细胞数目少, 细胞间隙增大^[5]。

不同遮荫下, 植株鲜重、根鲜重、分株数也会有不同程度改变。如研究发现^[6]: 金叶过路黄(*Lysimachia christinae*)植株鲜重、根鲜重、分株数均在 27% 的遮光度下达到最高。并随遮光度的增大, 呈减小的趋势, 并且在遮光度为 27% 和 80% 下, 根系鲜重达到显著水平。多花筋骨草(*Ajuga reptans*)植株随遮光度的加深, 植株鲜重、根鲜重及分株数均显著减小。紫金牛(*Oxalis* sp.) 在 6 种遮荫条件下植株鲜重及分株数均无差异, 仅在 80% 遮光处理下, 其植株的高度与其他处理有差异。射干(*Belamcanda chinensis*)在不同遮荫下, 植株鲜重及高度均呈下降趋势, 根鲜重及分枝数变化较缓^[9]。

2.2 遮荫与植物的生殖生长

早在 20 世纪 80 年代末, Rao 等就研究报道^[17], 遮荫延缓了花生花的发育, 减少了成花数, 从而抑制了荚果的形成。又如百合是长日照植物, 但植株较耐荫, 运用套种和遮阳网来进行遮荫栽培, 可延迟开花, 调整花期^[18]。但也有相反报道, Menzel 在研究西番莲(*Passiflorae* Coeruleae)的栽培中发现适当的遮荫使花芽数及成花率都提高, 且果实比较大^[19]。由此可见, 遮荫对植物生殖生长存在物种差异性。

3 遮荫对植物生理生化特性的影响

3.1 遮荫对植物叶绿素含量的影响

叶绿素是植物的光合色素, 具有吸收和传递光量子的功能。叶绿素含量是衡量植物利用光能能力的重要指标。叶绿素有 2 个主要成分叶绿素 a 和叶绿素 b, 它们有不同的吸收光谱。叶绿素 a 在红光部分的吸收带偏向长波方面, 叶绿素 b 则在蓝紫光部分有较宽的吸收谱带。在遮荫的条件下, 由于林冠吸收了较多的橙—红光, 而较少吸收蓝光, 遮荫条件下的散光以蓝紫光为主。因此 McBe^[21] 提出了在遮荫条件下, 植物体叶绿素 a/b 减小规律, 即叶绿素 a 含量相对减小, 叶绿素 b 含量相对增加, 这样可以使植物体更好的利用蓝紫光来适应其在遮荫环境中的生长。换句话说, 叶绿素 b 含量高, 而叶绿素 a/b 比值小的植物, 具有较强的耐荫性。2006 年唐雪辉^[3] 对 4 种野生地被植物耐荫性的研究表明, 叶绿素总量在遮荫条件下比全光照下显著增加, 而叶绿素 a/b 值则降低。叶绿素 b 含量的增加有助于植株利用漫散射光中占优势的较短波长的蓝紫光, 并有利于捕光叶绿素蛋白复合物含量的提高, 从而提高叶绿体的捕光能力, 从而增强对弱光的利用率。但是 徐惠风等人^[21] 的研究发现随着季节的变化遮荫即使乌拉苔草(*Carex meyeriana*)的叶绿素 b 含量减少。

3.2 遮荫对植物光合速率和蒸腾速率的影响

在光饱和点以下, 随着光强减弱, 植物的净光合速率下降。例如泡泡树(*Asimina triloba*)幼苗虽对遮荫有一定适应能力, 但遮荫仍产生明显的弱光(透光率为 12.5% 或更低)抑制, 显著降低其光合效率, 影响其正常生长^[22]。光合速率的下降与植物品种间的耐弱光能力有很大的关系, 换句话说耐弱光能力不同的植物能使其净光合速率的下降的光照强度不同^[23-24]。牟会荣等人的研究表明: 遮荫主要是通过降低叶片光系统 II 的实际光化学效率和光化学荧光猝灭系数, 引起单叶光合速率下降, 最终降低小麦干物质积累^[25]。还有研究发现植物在弱光逆境下, 不但净光合速率下降, 而且呼吸速率也下降^[26]。这使得弱光条件下植物的净光合速率虽然降低, 但干物质的积累却能够保持相对稳定的状态, 说明这种相对稳定性对经常处在变化环境中的植物的生存具有重要的意义。

徐惠风等人^[27] 通过对不同遮荫下条件乌拉苔草蒸腾特性的研究表明, 乌拉苔草蒸腾速率日变化规律是上午 8 时出现次峰, 18 时出现高峰, 日变化有“午休”现象, 在上午 8 时, 蒸腾速率的变化不受气孔开闭的影响, 是由于时间和环境因子的综合影响所致; 中午出现的“午休”现象, 是由于气孔关闭所致。不同遮荫处理下蒸腾速率变化规律基本一致, 遮荫 50% 对蒸腾速率影响较大, 其他处理对蒸腾速率的影响较小, 说明乌拉苔草的蒸腾特性不仅由本身的生理特性所决定, 并受环境因子综合的影响。但是对木本植物的有关研究却表明遮荫能使蒸腾速率增加^[28-29]。因此可以说遮荫对植物蒸腾速率的影响存在物种差异性。

3.3 遮荫对植物叶片气孔导度的影响

叶片上的气孔是植物进行蒸腾作用及光合原料 CO₂ 进入细胞内的主要通道, 其行为与植物叶片的蒸腾和光合性能有着密切的关系。植物调节气孔开放的能力使它能够调节蒸腾的速率, 以适应其水分平衡的需要。叶片在光线较弱的条件下, 气孔导度(Gs, stomatal conductance)随遮荫程度的增加逐渐下降, 细胞间隙 CO₂ 浓度变化趋势则相反, 随遮荫程度的增加, 逐渐上升^[30]。这有可能是因为弱光下单位叶面积的叶肉细胞表面积增加, 叶肉阻力也随之增加^[7], 使气孔导度下降。按照 Farquhar 等人的观点^[4], 判断气孔关闭与否是光合速率降低的原因, 而判断时还要考虑一个最重要的因素, 就是胞间 CO₂ 浓度是否也同时降低。

3.4 遮荫对植物酶活性的影响

3.4.1 遮荫与 RuBP 羧化酶 大多数学者认为随着遮荫程度的不断加深, 与光和作用有关的酶, 如 RuBP(1, 5-二磷酸核酮糖)羧化酶活性会逐渐减弱^[7]。但是也有人曾报道说随着光照强度的减弱, 玉米的 RuBP 羧化酶的活性并未出现明显变化^[31]。可见, 遮荫对光合作用有关

酶的活性影响也是存在物种差异性的。

3.4.2 遮荫与膜脂过氧化酶、膜保护酶活性的关系 膜脂过氧化作用是指生物膜的不饱和脂肪酸中发生的一系列自由基反应。它是由自由基对类脂中的不饱和脂肪酸产生作用而引发的,并由此而产生对细胞有毒性的脂质过氧化物^[32]。正常情况下,植物细胞内自由基的产生和消除处于平衡状态,不易发生膜脂过氧化。但当植物处于逆境胁迫时,胞内自由基的产生和消除的平衡态被破坏,积累的自由基就会引发膜脂过氧化,造成膜系统损伤,严重时导致植物死亡^[33]。不仅膜脂过氧化的中间产物,而且其最终产物丙二醛(MDA)都会对生物膜产生严重的损伤。MDA 从膜上产生的位置释放后,可以与蛋白质和核酸反应,改变这些大分子的构型,使之产生交联反应,导致蛋白质和核酸的功能丧失,另外还可以使纤维素分子的桥键松弛,或抑制蛋白质的合成,进一步对细胞造成严重伤害^[34]。在细胞的膜保护系统中,酶促防御是主要的防御体系之一,因此研究膜保护酶系统就显得尤为重要。国内外关于遮荫对膜脂过氧化及膜保护酶活性影响的研究已取得了一定的进展。任华中等^[35]对番茄的研究发现,经低温弱光处理后的番茄超氧化物歧化酶(SOD)活性极显著下降,且随着温度和光照的逐步降低,SOD 活性下降幅度逐渐增大。同时他的实验还表明,SOD 活性降低与膜质过氧化产物 MDA 含量增加之间,有明显的相关性,即 SOD 活性与 MDA 含量之间存在负相关性。周兴元等人^[30]报道,遮荫使假俭草(*Eremochloa ophiuroid*)叶片的过氧化物酶(POD)、SOD、抗坏血酸过氧化物酶等保护酶活性,苯丙氨酸解氨酶活性以及 MDA 含量随遮荫程度的加大逐渐下降。在低温弱光下的黄瓜幼苗叶片中 MDA 含量显著增加,POD 活性也显著升高,且增加幅度与品种的耐低温能力呈正相关。同时过氧化氢酶(CAT)的活性明显降低,不同品种间 CAT 降低的幅度与其耐低温弱光能力呈负相关^[36]。因此可见,遮荫对植物酶活性影响是存在差异的。

3.5 遮荫对植物内源激素的影响

植物内源激素的研究始于 20 世纪 30 年代,但是有关遮荫对植物内源激素的影响的研究却是近 10 a 才开始的。袁媛等人的试验发现^[37],不同遮荫条件下的大百合(*Cardiocrinum giganteum*)叶片的生长素(IAA)、赤霉素(GA₃)和脱落酸(ABA)含量变化趋势基本一致,IAA 和 GA₃在花茎抽生期含量最高,其后呈下降趋势,而 ABA 的变化趋势恰好相反;遮荫程度越高 IAA 含量越高,ABA 含量越低,其开花率也越高,花期越长,对照则因不能正常生长,激素的变化趋势与处理不一致。

3.6 遮荫对植物体内游离脯氨酸含量的影响

游离脯氨酸在植物体内聚集,是植物对逆境适应性

的一种表现。因此植物体内的游离脯氨酸含量,通常被作为衡量植物对逆境抗性的指标。有关这方面的研究在植物耐寒性中多见^[38-40],但在植物耐荫性的研究中却比较少见。有研究表明,遮荫可增加乌拉苔草体内游离脯氨酸含量,增加其抗逆性,体现出较强的生态适应能力^[21]。同样的结论出现在遮荫对紫金牛影响的研究中^[19]。同时杨渺也提出了植物对遮荫抵抗力不足时会造成脯氨酸含量下降的观点^[41]。

3.7 遮荫对植物体内花色素苷的影响

花瓣的颜色主要由花色素苷含量和存在状态决定,花色素苷以糖苷的形式存在于液泡中。杨秋生等人^[42]在研究遮荫对‘洛阳红’牡丹花瓣花色素苷含量的影响试验中发现:全光照下、50%光照下、20%光照下,该花花瓣中的花色素含量逐级降低。试验结果表明:光强是影响‘洛阳红’牡丹花色的主要因素之一,光照越强花色素苷含量越高,全光照下‘洛阳红’的花色鲜艳浓烈,植株生长健壮。类似的研究结果出现在不同遮荫处理下‘血红鸡爪槭’叶片中花色素苷含量的比较试验中^[43]。由此可见从观赏的角度而言,色彩鲜艳的花、叶不适宜在遮荫的环境中生长。

4 遮荫对植物矿质营养的影响

早在 20 世纪 40 年代科学家们就开始关注遮荫对植物矿质营养的影响,如: Dunlap 对棉花的研究^[44],随后有 Eaton 等^[45], Leffler 等^[46], Vaughan 等^[47], Guinn 等^[48],他们认为光照环境对植物体内的矿质营养的新陈代谢影响很大。21 世纪科学家们同样对这方面的研究倾注了大量心血。如刘贤赵等人发现不同生长阶段之间,遮荫对番茄叶片 N、P、K 的影响有较大的差异,在开花后期,夏季晴天遮荫(40%)对叶片中 N、P、K 3 种元素的含量都有明显的提高作用,其中 N 含量增加幅度达 20%以上,在开花早期和盛花期遮荫对叶片 N、P、K 含量的影响不明显,含量的变化在开花后期随时间呈减少趋势^[49]。由此可以看出,遮荫对矿质营养的影响因植物的需光特性、遮荫时期及时间长短、遮荫程度的不同而异。

5 结语

遮荫对植物体的影响既有有利的一面,又有不利的一面。人们在长期的探索和研究中已经掌握了一些遮荫对植物体有利的资料,并发现了很多喜荫植物。但是由于植物体自身的差异性,以及各个地区间各种环境因素的差异如地理位置、光照强度等,而导致了不同地区、不同的生长季节或同一地区不同植物种类所采取的遮荫时期、时间长短、遮荫程度等都需进一步探讨。

参考文献

- [1] 王雁,苏雪痕,彭镇华.植物耐荫性研究进展[J].林业科学研究,2002,15(3):349-353.
- [2] 廖志琴.遮荫和光照对缺苞箭竹发育的影响[J].竹子研究汇刊

1993, 12(4): 58-63.

[3] 唐雪辉. 四种野生地被植物耐荫性研究[D]. 雅安: 四川农业大学硕士学位论文, 2006: 34.

[4] Fankhanser C, Chory J. Light control of Plant development[J]. Annu. Rev. Cell Dev. Biol. 1997, 13: 203-229.

[5] Deng X W, Quail P H. Signaling in light controlled development[J]. Semin. Cell Dev. Bio. 1999(1): 121-129.

[6] Bell G E, Danneberger T K. Temporal shade on creeping bentgrass turf[J]. Crop Science. 1999, 39: 1142-1146.

[7] 王绍辉, 郝翠玲, 张振贤. 植物遮荫效应的研究与进展[J]. 山东农业大学学报, 1998, 29(1): 130-134.

[8] 崔秋芳, 先旭东, 石章锁. 肾蕨的耐荫性及园林应用研究[J]. 现代农业科技, 2007, 19: 24-26.

[9] 吴能表, 谈锋, 龙云, 等. 不同遮荫条件下少花桂幼苗的生长分析[J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2002, 27(5): 755-758.

[10] Goulet F, Belleflour P. Leaf morphological plasticity in response to light environment in deciduous trees species and its implication of forest succession[J]. Can J For Res. 1986, 16(4): 1192-1195.

[11] Viteknaab T C, Martin G. The function significance of palisade tissues; penetration of directional versus diffuse light[J]. Plant Cell and Environment, 1993, 16(1): 65-72.

[12] Abram M D. Leaf structural and photosynthetic pigments characteristics of tree gallery-forest Hardwood species in Northeast Kansas[J]. Forest Ecology and Management, 1987, 22: 261-266.

[13] Abram M D, Kubiske M E. Leaf structural characteristics of 31 hardwood and conifer tree species in central Wisconsin; Influence of light regime and shade tolerance rank[J]. Forest Ecology and Management, 1990, 31: 145-153.

[14] 裴保华, 张东林. 富贵草耐荫性的研究[J]. 河北林学院学报, 1994(9): 205-209.

[15] 杨兴洪, 陈翠容, 施培. 遮荫对棉花茎叶解剖结构的影响[J]. 山东农业大学学报(自然科学版), 2000, 31(4): 373-377.

[16] 张玲惠. 地被植物耐荫性研究及园林配置探讨[D]. 杭州: 浙江大学硕士学位论文, 2004: 21-25.

[17] Rao L J, 赵作屏. 遮荫程度及其持续时间对花生生长和产量的影响[J]. 国外农学—农业气象, 1989(2): 35-36.

[18] 王恺. 蓝百合耐荫性研究[D]. 哈尔滨: 东北林业大学硕士学位论文, 2007.

[19] Merzel C M, Simpson D R. Effect of continuous shading on growth, flowering and nutrient uptake of passion fruit [J]. Scientia Horticulturae, 1988, 35: 77-88.

[20] McBee G G, Holt E C. Shade tolerance studies on Bermuda grass and other turf grasses[J]. Agronomy Journal, 1966, 58: 523-525.

[21] 徐惠风, 刘兴士, 高磊. 遮荫条件下乌拉苔草叶片气孔阻力与脯氨酸、叶绿素含量的研究[J]. 农业系统科学与综合研究, 2004, 20(3): 232-234.

[22] 朱延林, 黄健全, 张江涛, 等. 遮荫处理对泡泡树幼苗生长的影响[J]. 安徽农业科学, 2007, 35(25): 7775-7776.

[23] 王兴银. 弱光影响日光温室黄瓜生长发育的生理机制研究[D]. 北京: 中国农业大学, 1999.

[24] 孙红勇. 日光温室光环境与黄瓜光合特性及幼瓜生长规律的研究[D]. 北京: 中国农业大学, 1996.

[25] 牟会荣, 姜东, 戴廷波, 等. 遮荫对小麦旗叶光合及叶绿素荧光特性的影响[J]. 中国农业科学, 2008, 2(41): 599-606.

[26] 睦晓蕾, 蒋健篇, 王志源, 等. 弱光对甜椒不同品种光合特性的影响[J]. 园艺学报, 1999, 26(5): 314-318.

[27] 徐惠风, 刘兴士, 高磊, 等. 遮荫条件下乌拉苔草蒸腾特性及其与环境因子的关系[J]. 湿地科学, 2004, 2(1): 42-46.

[28] 曹珂, 王永熙, 王力荣, 等. 遮荫对桃幼树光合特性的影响[J]. 西北林学院学报, 2004, 19(4): 28-31.

[29] Cohen S, Moreshet S, Guillou L L, et al. Response of citrus trees to modified radiation regime in semiarid conditions[J]. Journal of Experiment Botany, 1997, 48: 35-44.

[30] 周兴元, 曹福亮. 遮荫对假俭草抗氧化酶系统及光和作用的影响[J]. 南京林业大学学报, 2006, 30(3): 32-36.

[31] Bohning R H, Bumside C A. The effect of light intensity on rate of apparent photosynthesis in leaves of sun and shade plants[J]. Am J Bot, 1956, 43: 557-561.

[32] Rai A K, Takabe T. Abiotic Stress Tolerance in Plants[M]. Springer Verlag, 2006: 69-71.

[33] 潘瑞炽. 植物生理学[M]. 5版. 北京: 高等教育出版社, 2004: 284.

[34] 王晶英, 敖红, 张杰, 等. 植物生理生化实验技术与原理[M]. 哈尔滨: 东北林业大学出版社, 2003: 135.

[35] 任华中, 黄伟. 低温弱光对温室番茄生理特性的影响[J]. 中国农业大学学报, 2002, 30(3): 23-26.

[36] 庞金安. 黄瓜耐低温弱光生理化机制及鉴定指标的研究[D]. 泰安: 山东农业大学, 1996.

[37] 袁媛, 杨文钰. 遮荫对野生大百合叶片内源激素含量的影响[J]. 北方园艺, 2007(8): 123-125.

[38] Masclaux-Daubresse C, Purdy S, Lemaitre T, et al. Genetic variation suggests interaction between cold acclimation and metabolic regulation of leaf senescence[J]. Plant Physiology, 2007, 143: 434-446.

[39] 陈力耕, 胡西琴. 脐橙品系耐寒性的研究[J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版), 2000, 26(5): 505-508.

[40] 陈星, 李俊全. 低温下棕榈某些生理变化及低温锻炼对棕榈耐寒性的影响[J]. 北京师范大学学报(自然科学版), 1999, 35(2): 257-260.

[41] 杨渺, 毛凯. 遮荫对草坪草的影响[J]. 草业科学, 2002, 19(1): 60-63.

[42] 杨秋生, 朱丽娟, 路玲, 等. 遮荫及蔗糖喷施对牡丹花色及光合特性的影响[J]. 河南农业大学学报(自然科学版), 2005, 39(3): 249-253.

[43] 张琰, 卓丽环, 赵亚洲. 遮荫处理对血红鸡爪槭叶片色素及碳水化合物含量的影响[J]. 上海农业学报, 2006, 22(3): 21-24.

[44] Dunlap A A. Low light intensity and cotton boll shedding[J]. Science, 1943, 98: 268-269.

[45] Eaton F M, Ergle D R. Effect of shade and partial defoliation on carbohydrate levels and the growth, fruiting and fiber properties of cotton plants[J]. Plant Physiol, 1954, 29: 39-49.

[46] Leffler H R, Tubertini B S. Development of cotton fruit; II Accumulation and distribution of mineral nutrients[J]. Agronomy Journal, 1976, 68: 858-861.

[47] Vaughan A K F, Bate G C. Changes in the level of ethylene, abscisic acid-like substances and total non-structural carbohydrate in cotton bolls in relation to abscission induced by a dark period[J]. Rhodesia Journal Agriculture Research, 1977, 15: 51-63.

[48] Guinn G, Brummett D L. Concentrations of abscisic acid and indoleacetic acid in cotton fruits and their abscission zones in relation to fruiting retention[J]. Plant Physiology, 1987, 83: 199-202.

[49] 刘贤赵, 康绍忠. 不同生长阶段遮荫对番茄光合作用、干物质分配与叶 N、P、K 的影响[J]. 生态学报, 2002, 22(12): 2264-2271.

兰花的传粉与保护研究

李 鹏¹, 郑桂灵¹, 周 峰²

(1. 西南科技大学 生命科学与工程学院, 四川 绵阳 621000; 2. 南京晓庄学院 生命科学系, 南京 211171)

摘 要: 兰科植物是被子植物中种类最多的大科之一,也是植物保护中的旗舰类群。兰科植物的多样性更多被认为是适应于多样化的特化传粉者的结果,但目前大多数措施仍只对兰科植物本身或其栖息地进行保护,而很少考虑其传粉系统。实际上,兰科植物既是资源限制物种,也是传粉者限制类群。兰科植物与其传粉昆虫之间是一种极不对称的关系,兰花对其传粉昆虫的依赖远远大于传粉昆虫对兰花的依赖。因此在对兰花本身采取保护措施的同时,要重视对兰花—传粉者这一传粉系统进行保护。

关键词: 兰科植物; 繁育系统; 生活史; 保护

中图分类号: S 682.31 **文献标识码:** B **文章编号:** 1001-0009(2009)05-0133-04

植物通常具有有性与无性两种繁殖方式,其中有性繁殖因为涉及到遗传重组和变异,对于生物的进化具有重要意义。而传粉是植物有性繁殖的必经阶段,从严格意义上讲,花粉由雄性结构传递到雌性结构上的方式,即传粉,在很大程度上限定了植物个体间的基因流和群体的交配方式,从而影响了后代的遗传组成和适合度,决定着行有性繁殖的物种两世代间本质的联系。传粉生物学即是研究与传粉有关的各种生物学特性及其规律的学科。从 18 世纪下半叶 Sprengel 对传粉生物学进

行系统的研究开始^[1,2],传粉生物学至今已有 200 多年的历史。期间虽然经历了两次缓慢发展时期,但随着学科的发展以及相关领域技术和思想的交叉渗透,传粉生物学正处在飞速发展和不断革新的时期^[3-4]。目前,传粉生物学除了对传粉过程和吸引昆虫机制的描述与研究之外,与传粉密切相关的繁育系统、花粉流、花展示及花粉限制等问题也纳入了传粉生物学的研究范畴。因此,传粉生物学的研究为理解植物进化的一些关键问题,如适应进化、生殖隔离、物种形成等,提供了重要的资料和证据^[5-7],也为解决保护生物学中的实际问题提供了依据^[7,8]。

兰科植物俗称“兰花”,是被子植物中种类最多的大科之一,全世界约有 700 属 20 000 ~ 35 000 种,广泛分布于全球热带、亚热带和温带地区^[9]。近数十年来,由于

第一作者简介: 李鹏(1979-),男,博士,讲师,现主要从事植物生态学和繁殖生物学研究工作。E-mail: pengleep@yahoo.com.cn。
基金项目: 国防重点学科实验室重点培育资助项目(07XJGZB17)。
收稿日期: 2009-01-10

Study on the Shading Impact on Plant

SONG Xiao-lei¹, YANG Hong-yu¹, ZENG Li-qiong², DUAN Yu-yun²

(1.School of Life Sciences Yunnan Normal University, Kunming, Yunnan 650092, China; 2. School of Life Sciences and Technology, Kunming University, Kunming, Yunnan 650118, China; 3. Research Institute of Biotechnology and Germplasm Recourse, Yunnan Academy of Agriculture Science, Kunming, Yunnan 650223, China)

Abstract: In order to adapt to the shade environment, plants change their physiological and biochemical characteristics such as chlorophyll content, photosynthetic characteristics, transpiration characteristics, stomatal conductance, and photosynthesis-related enzymes, membrane lipid peroxides, membrane protective enzyme activity, endogenous hormone content, free proline content and anthocyanin content. These changes assured plants to make the most of light energy to carry out normal life activities under the shade environments. We introduced the progress in the shade impact on plants growing enviroments, plants growth and development, and plants physiological and biochemical characteristics.

Key words: Plant; Shade; Habitat; Growth and development; Physiological-Biochemical character; Mineral nutrition