

陈 叶. 玉簪属植物耐阴性研究概况及展望[J]. 江苏农业科学, 2021, 49(15): 47–52.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2021.15.008

玉簪属植物耐阴性研究概况及展望

陈 叶

(新疆乌鲁木齐市植物园, 新疆乌鲁木齐 830011)

摘要:玉簪属植物株形优雅丰满, 花叶俱赏, 适应性强, 具抗逆性, 尤其有较强耐阴性特点, 具有广阔的园林应用栽培前景。从玉簪属植物耐阴机理、耐阴形态结构及解剖学特征、光合特性响应、光氮互作效应对耐阴性的影响、耐阴性生理生化指标响应、园林应用现状等 6 个方面综合概述玉簪属植物耐阴研究现状, 并对今后玉簪属植物耐阴研究趋势及发展方向进行展望, 旨在为玉簪属植物进一步研究和应用, 发挥较大的景观生态效益提供参考。

关键词:玉簪属; 耐阴性; 生理生态; 光合特性; 光氮互作效应; 园林应用

中图分类号: Q945.78 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2021)15-0047-06

玉簪属 (*Hosta*) 植物是百合科 (Liliaceae) 多年生宿根草本植物, 在世界各地均有栽植。美国玉簪协会在专著《The genus *Hosta*》中将玉簪属分 3 个亚属 10 个组, 共 43 种^[1]。中国原产种主要有 3 种, 以玉簪 [*H. plantaginea* (Lam.) Aschers.] 和紫萼 [*H. ventricosa* (Salisb.) Stearn] 分布最广泛, 全国各地均有栽植^[2]。玉簪属植物株高 30~50 cm, 叶基生, 呈卵圆形、心形、披针形等, 花序总状顶生, 花色丰富, 香气宜人, 栽培养护成本低, 是喜阴、耐寒、花叶俱

佳的园林观赏宿根花卉。玉簪属植物的抗逆性研究 (尤其是耐阴性), 是玉簪属植物的研究重点。研究玉簪耐阴机理, 并结合栽培区域特点综合评价, 对玉簪属植物在园林建设中的推广应用具有重要意义^[3]。

随着近年来城市化建设的推进, 城市园林绿地约有 1/4 的植被处于遮阴生境中^[4]。弱光环境限制了植物的生存和生长空间, 筛选出耐阴性较强的植物对城市绿化建设具有重要作用。玉簪属植物中一些优良品种具有抗旱、抗寒及耐阴等特点, 为我国高寒地区引种栽培耐阴植物及推广应用提供了丰富的材料。通过对玉簪属植物生长的观测, 并综合国内外文献, 本文从形态解剖特征、光合作用机制、生理生化指标、生态园林应用等方面, 对玉簪属

收稿日期: 2020-10-13

基金项目: 新疆维吾尔自治区乌鲁木齐市科技计划 (编号: Y141310012)。

作者简介: 陈 叶 (1988—), 女, 河南周口人, 硕士, 工程师, 从事植物学生理生态及应用研究。E-mail: 282755960@qq.com。

[21] 郑宝荣, 李跃生, 沈汉水. 肉桂病虫害种类调查初报[J]. 福建林业科技, 2003, 30(3): 70–72.

[22] 董伦鲜. 闽东地区香樟人工林常见病虫害及其防治[J]. 甘肃农业科技, 2016(7): 91–93.

[23] 周爱东, 徐小明, 王 岚, 等. 镇江市香樟病虫害的发生和危害情况调查[J]. 江苏林业科技, 2018, 45(1): 44–48.

[24] 蔡 欣. 川东丘陵地区四区县樟科园林植物病虫害调查研究[D]. 南充: 西华师范大学, 2017.

[25] 左 阳. 鄂州市鄂城区园林植物病虫害调查及防治措施探讨[J]. 安徽农业通报, 2014(12): 87–89.

[26] 陈汉章, 陈惠敏, 宋 漳, 等. 肉桂粉实病发生发展规律的研究[J]. 闽西职业大学学报, 2004, 6(4): 105–108.

[27] 冉梦莲, 李周玉. 阴香粉实病简况[J]. 惠州学院学报, 2003, 23(6): 44–46.

[28] 陈超燕, 刘洪剑, 束庆龙, 等. 影响市区樟树黄化病的主要因素研究[J]. 林业科学研究, 2008, 21(5): 625–629.

[29] 黎健春. 阴香主要病虫害的识别及防治[J]. 南方农业(园林花

卉版), 2007(3): 61–63.

[30] 兰华旺. 香樟白绢病的症状及防治[J]. 林业与生态, 2017(7): 36.

[31] 田丰丽, 张 勇, 董俊燕, 等. 香樟树栽培管理与病虫害防治技术[J]. 现代农村科技, 2016(2): 51.

[32] 谢银燕, 王 松, 吴春银, 等. 木麻黄病虫害及其防治的最新进展[J]. 江苏农业科学, 2019, 47(20): 36–41.

[33] 王 松, 谢银燕, 张成彬, 等. 荔枝病虫害及其防治研究进展[J]. 江苏农业科学, 2019, 47(17): 120–124.

[34] 何伟达. 肉桂枝枯病成因及防治[J]. 农业与技术, 2015, 35(18): 132.

[35] 单体江, 章 颖, 谢银燕, 等. 油茶病害及其防治最新进展[J]. 江苏农业科学, 2019, 47(20): 75–80.

[36] Shan T J, Wu C, Shahid H, et al. Powdery – fruit disease of *Cinnamomum burmannii* and its influence on fruit essential oil[J]. International Journal of Agriculture and Biology, 2020, 24(5): 1077–1083.

植物的耐阴性进行深入的研究概述,以期对揭示玉簪属植物耐阴机制、探明弱光逆境下玉簪属植物适应性生物学机理、丰富玉簪属植物耐阴品种并最大化发挥其生态及景观效益具有重要的理论及现实意义。

1 玉簪属植物的耐阴性机理

玉簪属植物具有典型的耐阴地被植物特征,适应的光照强度范围广,适应于各种生境。性喜阴凉,忌强光直射,宜生长于光线柔和的散射光下,自然生长在林缘、林下及水溪边^[5],强光直射时间过长,会使其叶绿素破坏,叶片发黄,叶缘部干焦。植物通过调整自身形态及生理生化过程可以减少能量消耗并提高光能利用率,适应光量子密度的下降^[6]。玉簪耐阴适应性与其光合器官的结构和特性密不可分。

2 玉簪属植物耐阴性形态和解剖学结构

2.1 形态结构变化

植物的生态适应性与形态结构具有很强的相关性。弱光环境下,耐阴植物通过增加株高、扩展叶面积、降低叶片厚度、减少比叶重、增加叶数、延长叶片寿命和调整叶片在空间上的排列等方式,最大程度地增强光合作用及降低呼吸消耗,增强对弱光环境的适应性^[7]。玉簪叶片光滑,无蜡被,这种形态结构有效扩大了叶片与光的接触面积,提高了对散射光及漫射光的吸收,减少叶表光反射损失。玉簪属植物形态结构具有较强的可塑性,花叶玉簪甜心(*Hosta × hybrida* ‘So Sweet’) 在 75% 透光率环境下,叶长、叶宽、叶数显著增加,叶色深绿有光泽,叶缘有明显乳黄色条纹带,植株优雅、挺拔、丰满,观赏效果最佳^[8]。风信子玉簪(*Hosta* ‘Hyacinthina’)、香玲玉簪(*Hosta* ‘Honey Bells’) 和狭叶玉簪(*H. lancifolia*) 的叶面积随光照减弱呈先增大后减小的趋势,在 50% 透光率环境下,叶色浓绿,叶面积最大,长势最佳^[9]。2 种彩叶玉簪金鹰(*Hosta* ‘Sieboldiana Gold’)、黄金叶(*Hosta* ‘Gold Edger’) 的叶长、叶宽、叶面积及株高分别在 50%、70% 透光率条件下最大,并与全光照处理呈显著性差异,均表现出典型的阴生植物特征^[10]。全光照下,玉簪(*H. plantaginea*) 及金边玉簪(*Hosta* ‘Yellow Splas h Rim’) 植株矮化,冠幅和叶面积最小,甚至枯萎;但在 25% ~ 45% 透光率环境下,植株

生长旺盛^[11]。不同玉簪品种对光照度的适应性不同,一定光照范围内,玉簪属植物通过调整株高及叶片生物量,使其能量保持相对稳定,这是对遮阴环境的一种适应发展策略,当遮光严重时,生长发育受阻碍,严重时表现出黄化、瘦弱及死亡的症状。

2.2 解剖构造特征

叶片解剖结构对阴生环境的适应,主要体现在表皮细胞和栅栏组织细胞的形状及其排列方式 2 个方面。表皮形态结构表现为细胞凸透、层数减少、体积增大、细胞壁薄、富含叶绿素、表皮角质膜薄或无角质膜^[12]。邵美妮等研究发现,蓝叶型玉簪叶片表皮蜡质具有减少光抑制、降低叶温、减少蒸腾失水等保护作用,在植株耐阴适应性中发挥重要影响作用^[13]。耐阴植物叶片海绵组织发达,栅栏组织/海绵组织的值小,结构排列疏松、叶肉内气室增加,可增加叶肉内的散射光,提高叶绿体对光的吸收能力^[14]。施爱萍研究发现,4 种供试玉簪在 30% 光照度下,叶片厚度最大,横切面结构显示为异面叶,叶绿体丰富,上表皮叶肉细胞形状不规则,排列疏松不整齐,栅栏组织不发达,栅栏组织与海绵组织差异不明显,为典型的阴生植物结构^[15]。

2.3 生物量变化

光照度影响植株生物量积累,刘金岭研究表明,4 种供试玉簪在 100% ~ 50% 光照处理下,生物量呈现先增后减的趋势,在 70% 透光率时生物量积累最大^[16]。玉簪金鹰、黄金叶分别在 50%、30% 透光率条件下,植株的鲜质量、干质量达到峰值^[10],表明适当的遮阴有助于光合产物的积累。施爱萍等研究发现,遮阴处理对 4 种供试玉簪器官的鲜质量及干质量影响不同,对干质量的影响较大^[17]。50% 光照下,植株生物量积累最大,光照减弱对根部生物量的积累影响最大,其次是叶柄,最小的是叶片。玉簪采取了不同的生物量分配政策以应对光照度的变化,相对光照度下,光合作用产物多向根部积累,随着光照度减弱,倾向于叶片的发展以维持生长,这是玉簪属植物对弱光环境的适应性策略^[18]。

3 玉簪属植物耐阴性光合特性响应

3.1 叶绿素含量

叶绿素维持植株正常光合作用以及叶色,具有吸收和传递光量子的功能,其含量取决于生长环境条件及物种特性。光量子密度增加时,耐阴植物叶绿素 a + b 的含量增加,但叶绿素 a/b 值却减

小^[19-20]。研究认为,较低的叶绿素 a/b 值能增强对蓝紫光的吸收,叶绿素 a/b 值被认为是判断植物耐阴性的指标,其值小于 2.3 时属于耐阴植物^[21]。卵叶玉簪(*H. ensata* var. *normalis*)、安妮玉簪(*H. 'Blue Dimples'*)叶绿素含量均在 50% 透光率时最高,叶绿素 a/b 值最低;波状玉簪(*Hosta 'undulate Mediovariegata'*)、地被大师玉簪(*Hosta 'Ground Master'*)的叶绿素含量及叶绿素 a/b 值分别在 50%、70% 透光率条件下最高,说明不同玉簪属植物耐阴性不同^[16]。施爱萍通过对 50 种玉簪品种叶绿素含量的测定发现,玉簪属植物叶绿素总体含量较高,叶绿素 a/b 值较低,二者平均值分别为 2.73 和 2.32^[15]。栽培学研究表明,玉簪属植物具有耐阴性,但色系品种不同,对光照度适应性亦不同,灰绿叶色的玉簪不耐强光,而绿色、黄绿色及黄叶色的玉簪则对较强光照具有一定耐受性^[22]。Vaughn 等对圆叶玉簪(*Hosta 'Sieboldiana'*)及其黄叶品种(*Hosta 'Wogan Gold'*)比较研究发现,黄叶品种叶绿体中缺乏正常的基粒堆积,但存在一定数量的基质壳层,是一种更有利于提高光合效率的超微结构^[23]。

类胡萝卜素(car)等辅助色素的含量与植物的抗逆性有关。当受到逆境胁迫时,植物 car 含量提高,以保护叶绿体膜结构,提高光合作用中光能的吸收和传递^[24]。刘翠菊等研究发现,狼獾(*Hosta 'Wolverine'*)、黄香蕉(*Hosta plantaginea 'Yellow Banana'*)、大地之主(*Hosta 'Ground Master'*)各种光合色素含量都较高,有较高的光合效率,既可以适应较强光照,又具有较强耐阴能力^[25]。蓝叶高丛(*Hosta 'Blue Leaf Highbush'*)、大父(*Hosta 'Big Daddy'*)、宽边(*Hosta 'Wide - Brimmed'*)各光合色素含量相对偏低,其耐阴性等抗逆能力都较弱,宽边 car 的含量较低,抗逆境胁迫的潜力较弱,引种栽培环境更加受限。在遮阴环境下,玉簪属植物通过调整叶绿素含量以适应光照度的变化。

3.2 光合特征指标

3.2.1 净光合速率(P_n) 植物的净光合速率(P_n)及其对光照度的响应是判断植物耐阴性的生理指标之一^[26]。大量相关研究证实,耐阴植物经适度遮阴后,净光合速率大于其在全光照下的净光合速率^[27-28]。许怡玲等发现,6 种供试玉簪中,5 种玉簪品种的净光合速率均在 50% 透光率时达到峰值,之后随着遮阴层数的增加而减小^[29]。金鹰玉簪在 50%

透光率条件下 P_n 达峰值,为 $6.8 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$,黄金叶玉簪在 30% 透光率条件下 P_n 达峰值,为 $6.1 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$,且均高于全光照下的 P_n ^[12]。东北玉簪(*H. ensata* F.)、圆叶玉簪在遮阴处理时 P_n 均呈单峰型变化,在 25% 透光率条件下,其 P_n 分别为 31.2 、 $37.4 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$,分别高于无遮阴处理组 30.5%、17.98%,表明其更适应光度较低的条件^[30]。蓝天使(*Hosta 'Blue Angle'*)在 50% 透光率下 P_n 达峰值,豪华冠(*Hosta 'Grand Tiara'*)和保罗的荣誉(*Hosta 'Paul's Honor'*)在 30% 透光率下 P_n 达峰值,且均高于全光照和 10% 透光率下 P_n ^[31],表明适当的遮阴可有效提升玉簪光合能力。自然状态下玉簪属植物净光合速率普遍较低, P_n 日变化大多表现为单峰型。适度遮阴条件下,玉簪属植物的净光合速率比全光照下显著增强,干物质的积累加快,全光照或过度遮阴会使 P_n 下降,不利于植株生长。

3.2.2 蒸腾速率(T_r)和气孔导度(G_s) 蒸腾速率(T_r)反映了植物水分调节及适应干旱环境的能力。玉簪黄金叶、金鹰叶片的 T_r 与 P_n 的日变化趋势均呈双峰曲线,表现正相关关系^[10]。王文静等对 50% 光照度下的 10 种玉簪蒸腾速率变化进行测定,其中 6 种呈单峰曲线,4 种为双峰曲线,变化趋势与 P_n 基本一致^[32]。玉簪金头饰(*Hosta 'Golden Tiara'*)的 P_n 与 T_r 呈显著正相关,表明 T_r 对玉簪属植物 P_n 具有一定的调节作用^[33]。气孔导度(G_s)反映了植物进行 CO_2 和水汽交换的能力,植物气孔张开对植物的光合作用、呼吸作用及蒸腾作用均具有显著影响,但对净光合速率的影响并不明显^[34-35]。玉簪金鹰、黄金叶圆叶玉簪分别在透光率 50%、30% 条件下 G_s 高于其他 3 种光照处理^[10]。狭叶玉簪、圆叶玉簪的 G_s 在不同遮阴组中的峰值均显著高于无遮阴^[30],表明适当遮阴可增加 G_s 值。

P_n 是衡量植物光合能力的指标,反映植物对养分的积累能力, T_r 和 G_s 反映了植物的呼吸能力^[36]。光合特性指标是玉簪属植物在园林配置评价中的重要因素。

3.3 光合作用响应曲线

植物光合作用曲线变化反映了植物光能利用效率,耐阴力强的植物在遮阴环境下,其光合速率虽有所下降,但仍保持在较高水平,同时呼吸速率有所下降,这种生理调节使植株保持了干物质相对稳定的积累,对维持植株正常生长发育有重要作用^[37]。

3.3.1 光补偿点 (LCP) 和光饱和点 (LSP) LCP 和 LSP 的高低是评价植物耐阴性最直接指标^[38]。研究认为,具有较高 LSP 且较低 LCP 的植物具有较好的光适应性,而 LSP 和 LCP 均较低的植物耐阴性更佳^[39]。研究表明,耐阴植物的 LCP 小于 $20 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$, LSP 为 $500 \sim 1\,000 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 或更低^[40]。花叶玉簪甜心在 90% 透光率下, LCP 比对照组下降了 78%, LSP 下降了 55%, 是对弱光环境的一种适应性表现^[8]。王文静等对 10 种玉簪的 LCP 与 LSP 进行测定,发现玉簪的 LCP 都较低,集中在 $3 \sim 36 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 范围内, LSP 在 $400 \sim 800 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 之间^[32]。管新新测定发现,花叶玉簪的 LCP 约为 $35.49 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$, LSP 约为 $600 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ^[41]。董然等研究发现,4 种遮阴条件下,金头饰玉簪的 LCP、LSP 分别在 $9.194 \sim 17.493$ 、 $643.292 \sim 802.580 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 范围之间,并随遮阴程度的增加而逐渐降低^[42]。大量研究证实,玉簪属植物 LCP 及 LSP 普遍较低,在遮阴环境下,玉簪属植物通过降低 LCP 和 LSP,增强弱光利用能力,适应环境的变化。

3.3.2 表观量子效率 AQY 表观量子效率 (AQY) 指每吸收 1 mol 光量子后光合释放的 O_2 或同化 CO_2 的摩尔数,表示植物利用弱光的能力,值越大其能力越强,适当遮阴可提高植物的 AQY,长期强光照会导致光抑制, AQY 下降^[37]。对光量子通量低于 $100 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 时的光合速率进行回归结果分析,遮阴使花叶玉簪甜心的 AQY 显著升高,在 75% 透光率时达到峰值^[8]。于瀚翔发现,3 种供试玉簪 AQY 均表现为先上升后下降的趋势,玉簪蓝天使在 50% 透光率下达到峰值,豪华冠、保罗的荣誉在 30% 透光率下达到峰值,表明适当遮阴可显著提高玉簪属植物利用光能的能力,这是一种对弱光环境的适应性表现^[31]。

3.4 叶绿素荧光参数

叶绿素荧光动力学测定技术对光系统中光能的吸收、传递、耗散、分配等方面具有独特的作用,荧光参数可进一步解释引起内在光合速率变化的原因^[43]。 F_v/F_m 值作为重要的荧光参数,反映了开放的 PS II 反应中心捕获激发能的效率,耐阴植物在一定程度低光照度下原初光化学效率增加^[44]。花叶玉簪甜心 PS II 最大光化学效率 (F_v/F_m)、潜在活性 (F_v/F_o)、PS II 有效光化学量子产量 (F_v/F_m) 随遮阴程度的增加而逐渐上升,非光化学猝灭 (q_N)

逐渐降低,表明高光产生了光抑制效应,适当遮阴,可有效缓解光抑制^[8]。玉簪金头饰的 F_v/F_m 、 F_v/F_o 、叶绿素荧光的光化学猝灭系数 (q_p) 及电子传递速率 (ETR) 在遮阴处理后均升高,在 70% 透光率时达到峰值,并与对照呈极显著差异,表明 70% 透光率更有利于其生长^[42]。刘翠菊等研究发现,6 种供试玉簪品种的叶绿素荧光参数差异显著,玉簪狼獾、黄香蕉、大地之主这 3 个品种 F_v/F_m 、 F_v/F_o 值较高,具有较高的 PS II 原初光能转化效率,光合性能佳;而玉簪蓝叶高丛、大父品种的 F_v/F_m 、 F_v/F_o 值较低,且初始荧光 (F_o) 值相对较高,说明二者的光合性能较差,植株叶片的 PS II 的结构与功能受到了一定程度的损伤与破坏^[25]。一定程度的遮阴提升了玉簪属植物光合中心内对光能的转换效率,减少了以热的形式散掉的光能,推动电子传递,保护光合结构,有助于光合作用的进行。

4 光氮互作效应对玉簪属植物耐阴性的影响

光照和氮素是影响植物生长发育的 2 个重要因素,叶片中 75% 的氮素用于构建叶绿素,因此适当施加氮肥能有效提升叶绿素含量,加强对光能吸收、转化、利用的能力,促进植株生长发育^[45]。张金政等研究发现,氮素用量为 0 时,玉簪蓝伞 (*Hosta* 'Blue Umbrella') 的生物量、叶面积、叶片数随遮阴程度的增加呈先上升后下降的趋势,在 50% 遮阴条件下达峰值,使用适量氮素可使最适遮阴范围扩大至 30% 遮阴率,表明氮肥的使用导致了玉簪属植物对遮阴的进一步适应^[46]。光照与氮素互作效果对法兰西玉簪 (*Hosta* 'Francee') 形态发育及叶绿素含量作用的影响应达到了极显著水平,0.5 g/kg 与 50% 透光率培养条件下,玉簪的生长指标达到最优^[47]。于瀚翔研究发现,玉簪豪华冠、保罗的荣誉在 30% 光照与 5 g/盆氮肥,蓝天使在 50% 光照与 2.5 g/盆氮肥处理时,光合速率较高,有利于有机物积累,促进生长发育^[31]。氮素与遮阴互作对玉簪生长性状、生物量、光合呼吸作用及叶绿素含量都有显著影响,二者具有协同增效作用。不同种类玉簪具有与自身相适应的光照条件和氮素水平,应合理配置栽植,注重氮素和光照的平衡供应,以发挥出最佳的光氮互作效应,提升玉簪属植物的观赏价值。

5 玉簪属植物耐阴性生理生化响应

5.1 渗透调解物质

可溶性糖是植物体内有效渗透调节物质,也是

光合作用产物,遮阴逆境下,叶片合成碳水化合物的能力下降,可溶性糖含量降低。遮阴也会引起植株体内脯氨酸的积累,但积累规律并不一致。刘旭平等研究发现,5 种供试玉簪随遮阴程度的增加,可溶性糖含量总体呈缓慢下降趋势且含量差异显著,认为玉簪可溶性糖含量与遮阴程度密切相关^[48]。

5.2 膜代谢及抗氧化酶系统

植物体内的抗氧化酶活性与自身抗性和适应性密切相关^[49]。MDA 是膜脂过氧化的主要产物,反映了膜损伤的严重程度。徐召丹发现,花叶玉簪甜心随着遮阴度的增加,叶片 MDA 含量变化趋势为先下降后上升,但变化幅度较小,表明遮阴改善了玉簪的生长环境,减少了植株的生物膜伤害^[8]。超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物歧化酶(POD)、过氧化氢酶(CAT)是植物氧代谢的关键保护酶,清除逆境下产生的过量自由基。花叶玉簪甜心的 SOD 活性随遮阴度增加呈先降后增趋势,全光照下 SOD 活性最高。在 50% 透光率条件下叶片 SOD、POD 活性达最低值, SOD 活性比对照降低了 42%^[8],表明植物体内的自由基产生与清除保持着一个平衡的过程。刘旭平等发现遮阴对 5 种供试玉簪的 SOD 活性产生影响,3 种玉簪的 SOD 活性都呈下降的趋势,但是差异不显著^[48]。周鹏比较了 6 种玉簪品种的抗氧化酶活性及抗氧化酶同工酶谱差异,筛选出来抗逆性较强的火与冰(*Hosta* ‘Fire and Ice’)、梦想(*Hosta* ‘Dream’)玉簪品种^[50]。抗氧化酶参与了植物的抗逆性,其指标变化可为玉簪品种栽培选育提供参考依据。

6 园林应用

玉簪属植物株型丰满独具特色,因其耐寒喜阴、适应性强等特点得到广泛应用,尤其在我国高寒的北方地区。2014—2017 年,新疆乌鲁木齐市植物园相继引种了 10 种玉簪品种,栽植于高大乔木林下疏光地带,生长势表现良好,表现出较强的栽培适应性,引种成活率高,抗寒性佳,几乎无病虫害,在乌鲁木齐地区可自然越冬,在树荫下、建筑物阴面的地被起到覆盖裸露地面的作用,是观赏价值极高、有广泛应用前景的园林宿根花卉。段锦兰等通过对太原地区引种的玉簪品种生长物候观察,认为玉簪属植物具有较强耐阴性,可广泛栽植于乔木下及建筑物背阴处,可有效提高城市绿化面积^[51]。高志慧等对哈尔滨地区引种的 5 种玉簪生长发育规律

和物候期进行观察和对比^[52]。刘雅倩对青海西宁地区引种的 5 种玉簪物候期、观赏特性及适应性进行分析和比较^[53]。玉簪属植物是优良的耐阴、花叶共赏的宿根植物,多地引种栽培成功,遮阴地面覆盖度高,这可以为丰富我国耐阴花卉资源提供实践基础和参考依据。

7 玉簪属植物耐阴性研究展望

综合近几年国内外对植物耐阴性的研究进展及趋势,玉簪属植物耐阴性研究主要集中于外部形态发育、光合作用指标、生理生化响应、引种栽培应用等方面,但在分子水平耐阴机理研究较少涉及,对玉簪属植物耐阴性基因调控网络和信号转导途径还需进一步地深入研究。植物耐阴性鉴定指标与植物的遗传因素、外界环境有密切联系,因此要深入地了解玉簪属植物耐阴机理,建立合理的耐阴评价体系,应尽可能将外部解剖学形态特征、生理生化响应、分子生物调控等多方面指标进行综合阐述及评价,这都需要科学研究者持之以恒的努力。

参考文献:

- [1] Schmid W G. The genus *Hosta* [M]. London: Timber Press, 1991:428.
- [2] 徐庆祥. 玉簪属植物生理生态学研究进展[J]. 安徽农业科学, 2017, 45(15): 6-8, 13.
- [3] 代慧, 张强, 方炎明. 植物耐阴性研究进展[J]. 安徽农业科学, 2015, 43(19): 18-20.
- [4] Jiang Y, Duncan R R, Carrow R N. Assessment of low light tolerance of seashore *Paspalum* and *Bermudagrass* [J]. Crop Science, 2004, 44(2): 587-594.
- [5] 张金政. 栽培条件对玉簪属植物生长和光合作用的影响研究[D]. 长春: 吉林农业大学, 2013: 12-17.
- [6] 董高峰, 陈贻竹, 李耿光, 等. 阳生植物和阴生植物的叶黄素循环与非辐射能量耗散[J]. 武汉植物学研究, 2001, 19(2): 128-134.
- [7] Mae T. Leaf senescence and nitrogen metabolism [M] // Noodén L D. Plant cell death processes. Pittsburgh: Academic Press, 2004: 157-168.
- [8] 徐召丹. 花叶玉簪‘甜心’等 6 种百合科地被植物耐阴性研究[D]. 杭州: 浙江林学院, 2009: 32.
- [9] 宋金艳. 遮阴对植物光合作用高温响应的影响[D]. 北京: 北京林业大学, 2008: 13-24.
- [10] 李金鹏, 赵和祥, 董然, 等. 光照强度对两种彩叶玉簪生长及光合特性的影响[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2012, 36(4): 57-61.
- [11] 张军民, 刘兰英, 李春玲. 8 种阴生地被植物的耐阴性研究[J]. 中国园林, 2009, 25(6): 100-103.

- [12] 方言明. 植物学[M]. 北京:中国林业出版社,2006:30-35.
- [13] 邵美妮,郝鑫,崔娜,等. 蓝叶类型玉簪叶片表皮蜡质对光合生理的影响[J]. 园艺学报,2020(7):1401-1411.
- [14] Vogelmann T C, Martin G T. The function significance of palisade tissues: penetration of directional versus diffuse light[J]. Plant, Cell and Environment, 1993, 16(1): 65-72.
- [15] 施爱萍. 玉簪属植物的耐阴性研究[D]. 北京:北京林业大学, 2004:17-24.
- [16] 刘金岭,狄松巍,潘杰,等. 不同水平光照强度对玉簪生长性状的影响[J]. 林业科技,2018,43(5):33-37.
- [17] 施爱萍,张金政,张启翔,等. 不同遮阴水平下4个玉簪品种的生长性状分析[J]. 植物研究,2004,24(4):486-490.
- [18] 江浩. 玉簪引种驯化及耐阴性研究[D]. 北京:中国林业科学研究院,2008:29-30.
- [19] Murchie E H, Horton P. Acclimation of photosynthesis to irradiance and spectral quality in British plant species: chlorophyll content, photosynthetic capacity and habitat preference[J]. Plant Cell and Environment, 1997, 20(4): 438-448.
- [20] 江迪,肖雯,丁品,等. 14种耐阴植物对兰州市特殊空间的适应性研究[J]. 西北林学院学报,2007,22(2):28-32.
- [21] Lawlor D W. Carbon and nitrogen assimilation in relation to yield: Mechanisms are the key to understanding production systems[J]. Journal of Experimental Botany, 2002, 53(370): 773-787.
- [22] Aden P. The *Hosta* book[M]. London: Timber Press, 1995.
- [23] Vaughn K C, Wilson K G, Stewart K D. Light-harvesting pigment-protein complex deficiency in *Hosta* (Liliaceae)[J]. Planta, 1978, 143(3): 275-278.
- [24] 杜娟,虎琥琥,李安奇,等. 成都10种外来杂草叶片比叶重和光合色素含量的研究[J]. 西南农业学报,2010,23(6):1879-1881.
- [25] 刘翠菊,郭霄,刘青王,等. 不同玉簪品种的光合特性比较研究[M]//张启翔. 中国观赏园艺研究进展. 北京:中国林业出版社,2017:378-382.
- [26] Gibson K D, Fischer A J, Foin T C. Shading and the growth and photosynthetic responses of *Anunnaria coccinea*[J]. Weed Research 2001, 41: 59-67.
- [27] 缴丽莉,路丙社,周如久,等. 遮光对青榨槭光合速率及叶绿素荧光参数的影响[J]. 园艺学报,2007,34(1):173-178.
- [28] 岳桦,谭帅,林蕊. 常春藤在室内生长适宜光照范围的研究[J]. 植物研究,2004,24(2):179-183.
- [29] 许怡玲,遇文婧,宋小双,等. 6种玉簪耐阴性分析[J]. 东北林业大学学报,2012,40(11):31-34.
- [30] 平晓帆,遇文婧,宋小双. 遮阴对引种玉簪生长及光合特性的影响[J]. 森林工程,2018,34(5):20-26.
- [31] 于瀚翔. 遮阴与光氮互作对玉簪品种生长影响及引种玉簪品种综合评价[D]. 沈阳:沈阳农业大学,2017:23-40.
- [32] 王文静,岳桦. 十种玉簪在哈尔滨地区光合特性的比较研究[J]. 江西农业学报,2009,21(3):71-72,76.
- [33] 李金鹏,董然. 3种彩色叶玉簪光合日变化[J]. 东北林业大学学报,2011,39(10):56-58,70.
- [34] 许大全,张玉忠,张荣铤. 植物光合作用的光抑制[J]. 植物生理学通讯,1992,28(4):237-243.
- [35] 陶汉之. 茶树光合日变化的研究[J]. 作物学报,1991,17(6):444.
- [36] 许大全. 光合作用效率[M]. 上海:上海科学技术出版社, 2002:120-130.
- [37] Tognetti R. Ecophysiological responses of *Fagus sylvatica* L. seedlings to changing light conditions, interactions between photosynthetic acclimation and photoinhibition during stimulated canopy gap formation[J]. Physiologia Plantarum, 1997, 101(1): 115-123.
- [38] 王雁. 14种地被植物光能利用特性及耐阴性比较[J]. 浙江林学院学报,2005,22(1):6-11.
- [39] 白伟岚,任建武,苏雪痕. 八种植物耐阴性比较研究[J]. 北京林业大学学报,1999,21(3):46-52.
- [40] Boardman N K. Comparative photosynthesis of sun and shade plants[J]. Annual Review of Plant Physiology, 1977, 28:355-377.
- [41] 管新新. 八种地被植物光合生理生态特性及应用的研究[D]. 合肥:安徽农业大学,2010:27.
- [42] 董然,李金鹏,金雪花,等. 遮阴对金头饰玉簪光合特性的影响[J]. 江苏农业科学,2011,39(5):251-253.
- [43] 张守仁. 叶绿素荧光动力学参数的意义及讨论[J]. 植物学通报,1999,16(4):444.
- [44] 王强,钟旭华,黄农荣,等. 光、氮及其互作对作物碳氮代谢的影响研究进展[J]. 广东农业科学,2006(2):37-40.
- [45] 周美英,张金政,李名扬,等. 氮素及光氮互作对花叶类型玉簪生理特性和生长的影响[J]. 河北林业科技,2007(2):1-4.
- [46] 张金政,周美英,李晓东,等. 氮素水平与光强互作对蓝伞玉簪生长和光合特性的影响[J]. 园艺学报,2007,34(6):1497-1502.
- [47] 刘波,张庆费,夏楠. 11种城市木本植物叶片生理物质对遮阴的响应[J]. 浙江林业科技,2007,27(6):15-18.
- [48] 刘旭平,张荣晔,遇文婧. 遮阴对引种玉簪生理指标的影响[J]. 吉林农业,2013(12):66-67.
- [49] 李晓曼,王建军. 丛枝菌根真菌对锦肋迫桂花幼苗光合作用及抗氧化酶活性的影响[J]. 江苏农业科学,2019,47(21):223-227.
- [50] 周鹏,徐璇,黄婧,等. 6个玉簪品种的抗氧化酶特性及同工酶分析[J]. 江苏林业科技,2019,46(5):28-31.
- [51] 段锦兰,付宝春,康红梅,等. 太原市玉簪属植物的栽培与应用[J]. 山西林业科技,2011,40(2):41-42.
- [52] 高志慧,岳桦. 五种玉簪在哈尔滨地区生长发育特征研究[J]. 北方园艺,2008(7):178-179.
- [53] 刘雅倩. 5种玉簪新品种在青海西宁的引种试验[J]. 青海农林科技,2020(2):94-96.