

出对生根的影响。

本研究为獐牙菜的无性繁殖提供了一种方法,有助于短期内提供大量的试管苗,通过人工栽培扩大资源,确保獐牙菜资源的保持和可持续利用。

参考文献:

- [1] 中国科学院中国植物研究所. 中国植物志[M]. 北京: 科技出版社, 1988.
- [2] 陈家春, 俞伟, 蔡大勇. 獐牙菜属药用植物的研究及应用概况[J]. 中西医结合肝病杂志, 1988, 8(suppl): 223-226.
- [3] 颜吕敬. 植物组织培养手册[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1990.
- [4] 向凤宁, 李建民, 马继雄, 等. 高寒藏药——川西獐牙菜组织培养研究. 愈伤组织的诱导及初步培养[J]. 中草药, 1996, 27(8): 492-495.

- [5] 向凤宁, 李建民, 马继雄, 等. 高寒藏药——川西獐牙菜组织培养研究. 愈伤组织的生长和培养条件的影响[J]. 中草药, 1998, 29(7): 480-482.
- [6] 李建民, 李福安. 抱茎獐牙菜组织培养及植株再生[J]. 青海医学院学报, 1999, 20(1): 10-12.
- [7] 黄衡宇, 陈义光. 药用植物川东獐牙菜的组织培养[J]. 广西植物, 2002, 22(5): 433-436.
- [8] 谷瑞升, 蒋湘宁, 郭仲琛. 植物离体培养中器官发生调控机制的研究进展[J]. 植物学通报, 1999, 16(3): 238-244.
- [9] 田志宏, 李小丽, 严寒, 等. 不同生长调节剂对马蹄金愈伤组织诱导的影响[J]. 广西植物, 2004, 24(3): 253-258.
- [10] Skoog F, Miller C O. Chemical regulation of growth and organ formation in plant tissues cultivated *in vitro*. biological action of growth substances [J]. *Symp Soc Exp Biol*, 1957, 11: 118-131.

## 遮荫对南五味子光合特性的影响

钟泰林<sup>1</sup>, 李根有<sup>2\*</sup>, 石柏林<sup>1</sup>

(1. 浙江林学院植物园, 浙江 临安 311300; 2. 浙江林学院林业与生物技术学院, 浙江 临安 311300)

**摘要:**目的 研究南五味子 *Kadsura japonica* 栽培中的耐荫能力。方法 对南五味子进行不同遮荫处理, 利用 7230 G 分光光度计测定叶片的叶绿素量; 利用 Li-6400 光合测定仪测其气体交换数据; 利用 PAM-2100 脉冲调制荧光仪测定叶片的叶绿素荧光参数。结果 随着遮荫强度的增加, 叶绿素总量、光饱和点 ( $LS P$ )、净光合速率 ( $P_n$ ) 迅速上升而后又降低, 在 70% 遮荫处理时达最大值, 分别为  $(2.013 \pm 0.263) \text{ mg/dm}^2$ ,  $(749 \pm 10.84) \mu \text{ mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ,  $(7.26 \pm 0.15) \mu \text{ mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ; 光补偿点 ( $LCP$ ) 表现为先降低后升高趋势, 在 70% 遮荫处理时最小, 为  $(4.92 \pm 0.20) \mu \text{ mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 。开放系统 ( $PS$ ) 反应中心光化学效率  $F_v/F_m$  总体变化不显著, 光电子产额 ( $Yield$ )、电子传递速率 ( $ETR$ )、叶绿素荧光的光化学猝灭 ( $qP$ ) 和叶绿素荧光的非光化学猝灭 ( $qN$ ) 则是先上升后降低, 与  $P_n$  变化一致, 均在 70% 遮荫处理时达峰值, 分别为  $(0.761 \pm 0.027)$ ,  $(3.583 \pm 0.674) \mu \text{ mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ,  $(0.990 \pm 0.011)$ ,  $(0.892 \pm 0.030)$ 。结论 适度遮荫有利于南五味子生长, 这主要是适度遮荫条件下更有利于各种酶活性的激发。

**关键词:** 南五味子; 遮荫; 光合作用; 叶绿素荧光

中图分类号: R286.1

文献标识码: A

文章编号: 0253-2670(2009)03-0466-04

南五味子 *Kadsura japonica* (Linn.) Dunal 又名华东五味子, 为木兰科 (Magnoliaceae) 南五味子属 (*Kadsura* Juss.) 常绿木质藤本, 叶薄革质翠绿, 花淡黄色、芳香, 聚合浆果在秋冬季呈现深红色至暗紫色。分布于江苏、安徽等长江流域以南各省区, 日本、朝鲜等东南亚区域也有分布, 生于海拔 200 ~ 2 000 m 以下的丘陵、山地溪边林中或灌丛中。其根、茎、叶、种子均可入药, 在民间广泛用于疼痛诸症。根祛风活血、散瘀止痛, 主治风湿性关节炎、跌打、胃痛、经痛、疝气等; 茎又称风藤、紫金皮等, 主要用于活血止痛、祛风除湿等; 叶可治刀伤和痈疽背疮; 种子为滋补强壮剂和镇咳药, 可治疗神经衰弱、

肾虚腰痛、支气管炎等症; 果实含有丰富的 VC、VE 及多种微量元素; 因此南五味子是一种优良的中药材, 同时也是一种野生水果。然而, 国内外学者却更多地集中研究同科别属——五味子属 (*Schisandra* Michx.) 的五味子 *S. chinensis* (Turcz.) Baill. 和华中五味子 *S. sphenanthera* Rehd. et Wils., 它们作为一种重要的中药材, 目前无论其药性还是栽培繁殖均研究较深入<sup>[1]</sup>。为充分开发利用野生药物资源, 20 世纪 80 年代以来, 国内外学者对南五味子属植物的化学成分和药理作用进行了系统分析研究, 取得了一定进展<sup>[2,3]</sup>。南五味子化学成分主要有挥发油、木脂素类、三萜类、多糖、有机酸等, 其中南五

\* 收稿日期: 2008-05-22

基金项目: 浙江省重大科技攻关项目 (2006C12059-2); 浙江省教育厅科技项目 (20050189)

作者简介: 钟泰林 (1974—), 男, 江西兴国人, 硕士、工程师, 主要从事植物资源应用研究, 已发表论文 10 余篇。

Tel: (0571) 63740033 E-mail: tailin@zjfc.edu.cn

\* 通讯作者 李根有 E-mail: ligy1956@163.com

味子甲素、乙素和丙素(longipedunins A ~ C)为 3 个新的联苯环辛烯类木脂素,南五味子甲素(8)和五内酯甲(schisanlactone A, 9)对艾滋病毒蛋白酶(HIV PR)具有明显的抑制活性<sup>[4]</sup>。南五味子中的木脂素类成分,如南五木脂素 C ~ K 也与五味子不同,根藤含有抗氧化、抗 HIV 病毒、抗乙型肝炎病毒、拮抗血小板活化因子等活性物质<sup>[5,6]</sup>。故南五味子不仅具有一定的观赏价值,同时更具有较高的药用价值,是一种优良的药用藤本植物,然而国内外对其栽培繁育和生理适应性的研究鲜见报道。本实验根据不同遮荫处理对南五味子光合特征及叶绿素荧光的影响,从而确定有利于南五味子生长的光照条件,旨在为南五味子的引种驯化和规模化栽培提供理论基础和实践指导。

### 1 材料与方 法

1.1 试验材料与处理:南五味子 1 年生实生苗,2006 年秋季于浙江省临安市清凉峰镇顺溪坞村采集种子,播种于浙江林学院东湖苗圃地;选用长势基本一致、无病虫害的盆栽壮苗作本实验材料。遮荫处理分:全光照、70%遮荫、90%遮荫 3 个不同光照条件,分别培养 15 d 后测定植物叶片的相对含水量、叶绿素总量及叶绿素 a、b 值的变化。

1.2 气体交换参数测定:应用 LI6400(美国,LI-COR 公司)光合测定系统,主要测定净光合速率( $P_n$ ),气孔导度( $G_s$ ),胞间  $CO_2$  浓度( $C_i$ ),光照强度( $PAR$ )等。每次测定时间为上午 9:00 ~ 12:00,选在晴到少云天气,每株选取 2 片着生于中部、生长完好、无病虫害、叶面积相近的叶片供测试用。每次测定 5 株,共 3 次重复。用开放式气路,在  $CO_2$  浓度约  $360 \mu mol/mol$ 、温度约  $28^\circ C$ 、相对湿度约 80%条件下,利用系统红蓝光源设置叶室光合有效辐射( $PAR$ )从  $0 \sim 1\ 000 \mu mol/(m^2 \cdot s)$  10 个梯度, $P_n$  对光强的响应进程用  $y = a + b \ln x$  和  $y = ax^2 + bx + c$  方程( $x$  为光合有效辐射, $y$  为净光合速率)拟合,并分别求出光补偿点( $LCP$ )与光饱和点( $LSP$ )。 $PAR$  在  $0 \sim 100 \mu mol/(m^2 \cdot s)$  通过线性回归求出  $P_n/PAR$  响应曲线初始斜率,即为表观量子效率( $AQY$ )<sup>[7]</sup>。

1.3 叶绿素荧光参数测定:应用 PAM—2100 脉冲调制荧光仪(德国,Walz 公司)测定每 1 叶片的荧光参数,选用叶片与重复同  $P_n$  测定,温度为  $28^\circ C$ 。初始荧光( $F_0$ )是黑暗适应 30 min 后的叶片在弱调制光  $0.05 \mu mol/(m^2 \cdot s)$  诱导下产生的,最大荧光

( $F_m$ )则是在  $F_0$  之后用强饱和脉冲光  $> 4\ 000 \mu mol/(m^2 \cdot s)$  激发测得,最大可变荧光  $F_v = F_m - F_0$ 。在一定光照强度下,测定不同叶片的光电子传递速率( $ETR$ )、光电子产额( $Yield$ )、叶绿素荧光的光化学猝灭( $qP$ )、叶绿素荧光的非光化学猝灭( $qN$ )、光化学作用光下的最大荧光强度( $F_m$ )<sup>[7]</sup>。

1.4 叶绿素量的测定:根据朗伯-比尔定律,采用烘干法测定经不同光照条件处理的南五味子叶片相对含水量;利用 7230 G 分光光度计,测定经不同光照条件处理的南五味子叶片的叶绿素的量<sup>[8]</sup>。

1.5 数据分析:采用 Excel、SPSS 等数据分析软件进行数据处理。

### 2 结果与分析

2.1 遮荫对南五味子叶片含水量和叶绿素量的影响:植物的含水量一方面是植物本身的特征,另一方面说明该植物的耐荫能力。从表 1 可以看出,经遮荫处理后,南五味子叶片的相对含水量略有升高,但差异不显著,这是南五味子适应环境变化的结果。但与对照组比较,遮荫条件仍较有利于南五味子的生长。

表 1 不同光照条件下植物叶片特征

Table 1 Leaf characters of plants under different light intensities

遮光度 / %	叶片相对含水量 / %	叶绿素 a 量 / (mg · dm <sup>-2</sup> )	叶绿素总量 / (mg · dm <sup>-2</sup> )	叶绿素 a/b
0	76.67 ± 1.530 a	0.969 ± 0.032 b	1.336 ± 0.057 b	2.646 ± 0.091 a
70	77.00 ± 0.707 a	1.449 ± 0.179 a	2.013 ± 0.263 a	2.476 ± 0.086 a
90	78.00 ± 1.000 a	1.081 ± 0.106 b	1.526 ± 0.152 b	2.528 ± 0.015 a

多重比较用 Duncan 新复全距多重比较,相同字母表示差异不显著,下表同  
Values within a column followed by same letter are not significant difference according to Duncan's New Multiple Range tests, following tables are same

叶绿素的量及叶绿素 a/b 值是衡量植物耐荫性的重要指标之一,耐荫性强的植物叶绿素的量较高,而叶绿素 a/b 值较低。一般来说,阳生性植物的叶绿素 a/b 值 3 左右,阴生植物的叶绿素 a/b 值较阳生性植物的叶绿素 a/b 值较小,这是因为阴生植物能充分利用蓝紫光,能适应在遮荫的环境中生长的原因<sup>[9]</sup>。南五味子的叶绿素总量呈现先升高后降低趋势,70%遮光环境较对照组(全光照)提高了 50.67%,但 90%遮光环境较 70%遮光环境叶绿素总量又降低了 24.19%。说明南五味子能适应一定的遮荫度带来的变化,但随着遮荫强度的增加和遮荫时间的持续,其生长势减弱,叶片叶绿素总量降低。而南五味子叶绿素 a/b 值则呈先降低后升高趋

势,但差异不显著,且其值均小于 3,为阴生植物类型。

2.2 遮荫对南五味子气体交换特征的影响:光补偿点的高低可以作为判断植物在低光照强度条件下能否生长的标志,光饱和点反映了植物利用强光的能力。从表 2 可以看出,遮光程度对南五味子的光补偿点、光饱和点和最大净光合速率均产生了一定影响。3 种处理条件下,光补偿点均较低(4.92 ~

13.30  $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ),光饱和点均低于 1 000  $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ (550.00 ~ 749.00  $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ )。与对照比较,70%遮光处理,南五味子光补偿点下降了 14.29%,而光饱和点和净光合速率分别增高了 7.49%和 76.64%;90%遮光处理后,光饱和点和点下降了 21.07%、光补偿点和净光合速率分别增高了 131.71%和 73.72%。

为进一步研究南五味子的光能利用效率,在光

表 2 遮荫处理南五味子光合生理参数

Table 2 Photosynthetic parameter of *K. japonica* grown in various shading conditions

遮光度/ %	AQY	LCPI/ ( $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ )	LSPI/ ( $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ )	Pn/ ( $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ )
0	0.028 8 ±0.003 8 b	5.74 ±3.59 a	696.79 ±24.30 c	4.11 ±0.67 b
70	0.043 0 ±0.000 2 a	4.92 ±0.20 a	749.00 ±10.84 a	7.26 ±0.15 a
90	0.050 4 ±0.000 3 a	13.30 ±0.26 b	550.00 ±3.95 b	7.14 ±0.07 a

量子通量低于 100  $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$  范围内,光合速率随光强呈线性函数增加,此时函数方程式的斜率即表观量子效率(AQY),AQY 值与植物吸收与转换光能的色素蛋白复合体能力成正比。南五味子 3 个处理的 AQY 值大小为 0.028 8 ~ 0.050 4,与自然条件下一般植物的 AQY 值(0.03 ~ 0.05)基本一致。遮光处理的 AQY 值明显高于对照组,且随着遮光强度的增加 AQY 值逐步升高。这表明,南五味子在遮光环境下捕获光量子用于光合作用的能力较强。

2.3 遮荫对南五味子叶片叶绿素荧光的影响:  $F_v/F_m$  代表 PS 光化学效率,反映 PS 最大光能转换效率,对环境变化非常敏感,与植物光合作用光抑制程度密切相关。从表 3 可看出,经不同遮光处理后,南五味子的  $F_v/F_m$  差异不显著,仅以 70%遮光

处理值略高些。 $F_m$  值反映通过 PS 电子传递状况,其值随着遮光度的增加逐渐升高。 $F_v/F_o$  通常用来度量 PS 潜在活性,其值也随着遮光度的增加逐渐升高,说明南五味子 PS 活性较高。 $qP$  值反映的是原初电子受体  $Q_A$  的氧化还原状态和 PS 开放中心的数目,其值越小,说明电子传递活性越小,本研究中随着遮光度的增加,其值先升高后降低,并以 70%的遮光处理达最高。 $qN$  表示 PS 天线色素吸收的光能不能用于光合电子传递而以热量形式耗散的部分,本试验中,随着遮光度的增加其值也是先升高后降低。一定光照强度下, $F_m$  大则植物具有更强的抗光胁迫能力和光适应能力,南五味子的  $F_m$  随着遮光度的增加其值升高,表明南五味子具有较强的耐荫性。

表 3 遮荫条件下南五味子叶绿体荧光参数比较

Table 3 Comparison of chlorophyll fluorescence parameters of *K. japonica* in various shading conditions

遮光度 / %	$F_o$	$F_v/F_m$	$F_m$	$F_v/F_o$	ETR/ ( $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ )	Yield	$qP$	$qN$	$F_m$
0	0.113 ±0.009 b	0.823 ±0.005 a	0.637 ±0.039 b	4.656 ±0.175 a	0.167 ±0.025 b	0.150 ±0.009 b	0.733 ±0.032 b	0.735 ±0.033 c	0.168 ±0.049 c
70	0.114 ±0.012 b	0.825 ±0.003 a	0.651 ±0.063 b	4.715 ±0.104 a	3.583 ±0.674 a	0.761 ±0.027 a	0.990 ±0.011 a	0.892 ±0.030 a	0.559 ±0.081 b
90	0.131 ±0.006 a	0.824 ±0.009 a	0.749 ±0.047 a	4.717 ±0.154 a	0.135 ±0.011 b	0.157 ±0.005 b	0.767 ±0.016 b	0.850 ±0.011 b	0.815 ±0.013 a

### 3 讨论

植物的生长状况与其所处的环境密切相关,植物叶片对环境的光合响应提供了植物在不同环境下生存和生长的能力,一般阴生植物经适度遮光处理,其生长发育常达较佳状态。光合作用是植物体内极为重要的代谢过程,其强弱于植物的生长、产量及其抗逆性均具有十分重要的影响,故一般可把光合作用作为判断植物生长和抗逆性强弱的指标。光补偿点和光饱和点是植物光合作用的 2 个重要生理指

标,光补偿点的高低可以作为判断植物在低光照强度条件下能否生长的标志;光饱和点反映了植物利用强光的能力,越高说明植物在受到强光时不易发生抑制,植物的耐阴性越强。一般地,阴生植物的光补偿点小于 20  $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ,光饱和点为 50 ~ 1 000  $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$  或更低。3 种处理条件下,南五味子的光补偿点和光饱和点均在此范围,且经过遮光处理的南五味子最大净光合速率明显高于对照组,差异性显著。而且南五味子经遮光处理后的表

观量子效率也均高于对照组,表明它对弱光的利用能力较强。上述表明南五味子是一种荫生植物,这与其一般生长于林木的下层的自然条件相吻合。

光合色素是叶片光合作用的物质基础,叶绿素总量的高低很大程度反映了植物的生长状况和叶片的光合能力,且与叶片光合速率密切相关<sup>[10]</sup>。本实验结果表明,随着遮光度的增加,南五味子的叶绿素总量呈现先升高后降低趋势,而叶绿素 a/b 值则表现为先降低后升高,这说明南五味子更适合 70% 的遮光环境,过度遮光加速了叶绿素的分解或缓解叶绿素的合成。

南五味子经遮光处理后,叶片具有较高的  $P_n$  以及  $qP$ 、 $ETR$  等参数,说明适度遮光可以促进南五味子的生长,在这种情况下,既保证了南五味子具有较高的光合作用,又防止了过度遮光对其生长造成的不良影响,当遮光度达 90% 时,南五味子  $P_n$  下降。

叶片叶绿素荧光与光合作用中各种反应过程密切相关,任何环境因子对光合作用的影响都可通过叶片叶绿素荧光动力学反映出来。过度遮光可能导致叶绿体光合机构的破坏,PS 放氧复合物的损伤,PS 捕光色素蛋白复合物(LHC a、LHC b、LHC c)各组成成分的变化,引起光合  $CO_2$  同化效率的降低<sup>[10]</sup>。本研究结果表明,遮光处理(0~90%)并没有引起  $F_v/F_m$  明显改变。但遮光处理后, $qP$ 、 $qN$  和  $ETR$  等参数均有一些影响,说明适度遮荫有利于提高 PS 反应中心开放部分的比例,

将较多的光能用于  $CO_2$  同化,阻止了过量的激发能在 PS 反应中心的积累,从而提高光合电子传递能力,而且非光化学能量耗散的提高,有助于耗散过剩的激发能,有效地保护光合机构,防止遮光对光合机构的影响。说明在 70% 的遮光条件下栽培南五味子不仅没有使光合结构破坏,反而可以适当提高光合作用,促进南五味子的生长发育。

致谢:本试验得到了吴家森、马丹丹、叶喜阳、谢文远等的帮助!

参考文献:

- [1] 王森,谢碧霞.五味子的利用现状与开发前景[J].湖南林业科技,2004,31(5):57-58.
- [2] 韦霄,梁惠凌,唐辉,等.广西南五味子属植物的分布与利用[J].广西农业科学,2006,37(2):117-119.
- [3] Li L N, Xue H. Triterpenoid acids from *K. longipedunculata*. Neo kadsuranic acids B and C: Two novel triterpenoids with 14 (13-12) abeo-lanostane skeletons [J]. *Planta Med*, 1989,55(3):294.
- [4] Sun Q Z, Chen D F, Ding P L, et al. Three new lignans, longipedunins A - C, from *Kadsura longipedunculata* and their inhibitory activity against HIV-1 protease [J]. *Chem Pharm Bull*, 2006,54(1):129-132.
- [5] 陈道峰,翁强,施大文.南五味子属药用植物的木脂素含量[J].中草药,1994,25(5):238-240,278.
- [6] 李晓光,罗焕敏.南五味子属植物化学成分及其活性研究进展[J].中国中药杂志,2003,28(12):1120-1125.
- [7] 蒋文伟,钟泰林,石柏林,等.3个桑树品种生理生态特征的比较研究[J].蚕业科学,2007,33(2):264-267.
- [8] 郑炳松.现代植物生理生化研究技术[M].北京:气象出版社,2006.
- [9] 张利,赖家业,杨振德,等.八种草坪植物耐荫性的研究[J].四川大学学报:自然科学版,2001,38(4):584-588.
- [10] 袁建国,金松恒.干旱胁迫对浙江雪胆光合特性的影响[J].中草药,2008,39(7):1074-1077.

## 处理方法对虎杖不同部位白藜芦醇和虎杖苷量的影响

李世学,刘建利\*,张楠,崔哲

(西北大学生命科学学院,西部资源生物与现代生物技术省部共建教育部重点实验室,陕西 西安 710069)

**摘要:**目的 比较烘干、晾干和甲醇新鲜提取对虎杖不同部位中白藜芦醇和虎杖苷量的影响。方法 白藜芦醇和虎杖苷定量测定采用 HPLC 法,岛津 LC-10AT 高效液相色谱仪,shim-pack  $C_{18}$  柱为色谱柱,甲醇-水溶液(40:60)为流动相,柱温 30℃,体积流量 0.8 mL/min,检测波长 304 nm。结果 通过晾干和烘干处理后,虎杖根皮、叶、髓部中的虎杖苷和白藜芦醇的量发生明显变化。结论 该结果对于综合开发利用虎杖资源具有参考价值。

**关键词:**虎杖;白藜芦醇;虎杖苷;HPLC

中图分类号:R282.6

文献标识码:A

文章编号:0253-2670(2009)03-0469-03

\* 收稿日期:2008-07-14

基金项目:国家自然科学基金资助项目(30070905);陕西省重点实验室基金资助项目(03JS008,04JS06,05JS53)

作者简介:李世学(1984—),男,西北大学在读硕士研究生,研究方向为天然产物提取分离与结构修饰。

Tel: 13991364461 E-mail: lxs5313@163.com

\*通讯作者 刘建利 Tel: (029)88302411 E-mail: jiliu@nwu.edu.cn