

东风菜光合特性的研究

贾欣娟, 冯玉才

(吉林农业大学 园艺学院, 吉林 长春 130118)

摘要:以东风菜为试材,利用 CIRAS-2 便携式光合测定仪,对其光合特性进行研究。结果表明:东风菜的光补偿点、光饱和点分别为 $73.8, 1115 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,表观量子效率为 0.0147 ; CO_2 补偿点、饱和点分别为 $111.1, 987.5 \mu\text{mol}/\text{mol}$,羧化效率为 0.0316 ;光合作用的最适温度为 28.3°C 。

关键词:东风菜;光合特性;温度

中图分类号:S 567.23⁺9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2011)04-0052-03

东风菜(*Doellingeria scaber* Ness.)为菊科(Compositae)紫菀属多年生草本植物,别名盘龙草、大耳毛、山蛤芦、山白菜、毛铧尖等^[1]。近年来以其绿色无污染和营养价值高而备受人们的喜爱。目前关于东风菜的研究仅限于染色体的核型分析^[2],微量元素的含量^[3],化学成分的研究^[4],抗肿瘤的药理作用及临床应用^[5-6]等医药方面的研究,而对东风菜的栽培种植方面只有与短梗五加、与短果茵芋套种生产^[7-8]的简要报道;对其具体的栽培管理、生理生长特性和光合特性方面未见报道。现通过东风菜对光强、 CO_2 和温度响应等光合方面研究,为其育种研究及引种栽培提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

为吉林农业大学蔬菜基地 3 a 生的东风菜。

1.2 试验方法

采用英国 PP-Systems 公司生产的 CIRAS-2 便携式光合测定仪,在 2010 年 8 月上旬选择健壮的,长势一致的植株进行光合特性的测定。每株自上而下选择第 5~6 片叶子进行测定,共选定 3 株,每株选取 1 片叶片,3 次重复。

1.2.1 Pn 的光响应曲线测定 在晴天上午(9:00~11:00)进行测定。设 CO_2 浓度为 $380 \mu\text{mol}/\text{mol}$,东风菜的叶片温度为 25°C ,相对湿度为 75%,设定光强梯度为 50、100、150、200、250、300、400、600、800、1 000、1 200、1 400 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。每个光照强度下适应 5 min 后

测定。用光照强度小于 $400 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 与 Pn 的直线回归求得的初始斜率就是表观量子效率(AQY)。

1.2.2 Pn 的 CO_2 响应曲线测定 当叶片温度为 25°C ,相对湿度为 75%,光照强度为 $1000 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。设定 CO_2 浓度为 10、50、100、150、200、250、300、400、600、800、1 000、1 200、1 400 $\mu\text{mol}/\text{mol}$ 共 13 个梯度。每个浓度下适应 5 min 后测定。用 CO_2 浓度小于 $400 \mu\text{mol}/\text{mol}$ 与 Pn 的直线回归求得的初始斜率就是 RUBP 的羧化效率(CE)。

1.2.3 Pn 的温度响应曲线测定 条件为相对湿度为 75%,光照强度为 $1000 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, CO_2 浓度为 $380 \mu\text{mol}/\text{mol}$ 。设定温度为 15、20、25、30、35、40、 45°C 共 7 个梯度。每个温度下适应 10 min 后测定。Pn 最大时的温度为最适温度。

1.3 数据分析

试验数据处理采用 Microsoft Excel 和 SPSS 软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 Pn 的光响应曲线

由图 1 可知,东风菜的净光合速率随光照强度的增强而升高,但当光照强度达到一定值后,光合速率达到最大值,即达到东风菜的光饱和点 $1115 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,当达到光饱和点后,光合速率随着光照强度的增强而降低;以光合速率和光照强度的成对值进行二元回归,可得东风菜的光响应曲线方程为 $y = -1 \times 10^{-5} x^2 + 0.0223x - 1.9571 (R^2 = 0.9747^{**})$ 。当光照强度在 $0 \sim 400 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 时,光合速率与光照强度呈线性相关, $y = 0.0147x - 1.0846 (R^2 = 0.9608^{**})$ 。当光照强度为 0 时,在进行光合作用时吸收的 CO_2 和呼吸作用时释放出的 CO_2 相等,此时的光照强度就是东风菜的光补偿

第一作者简介:贾欣娟(1983-),女,在读硕士,研究方向为蔬菜栽培生理。E-mail: xinjjuan8352@163.com。

通讯作者:冯玉才(1963-),男,硕士,副教授,研究方向为蔬菜栽培生理。E-mail: fyc1963@163.com。

收稿日期:2010-12-13

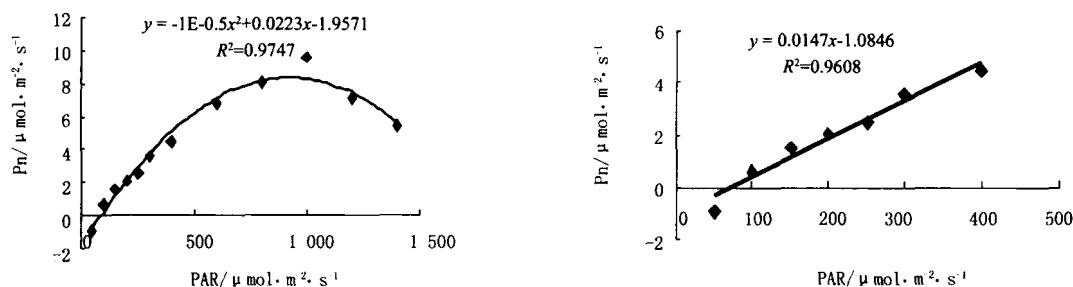


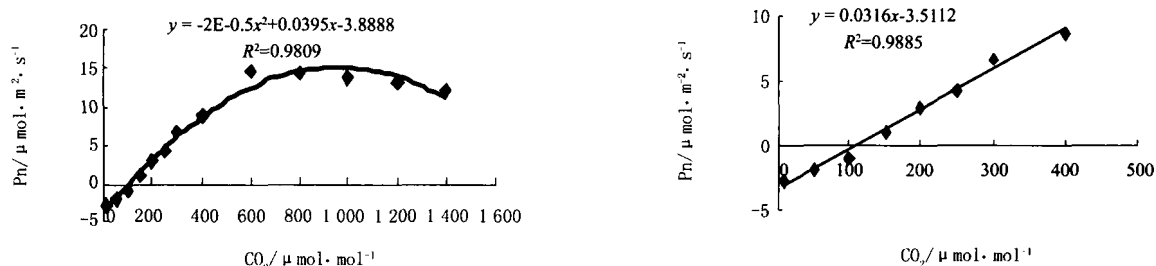
图1 东风菜净光合速率对光强的响应曲线

点,为 $73.8 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。其初始斜率就是表观量子效率为 0.0147 ,暗呼吸速率为 O_2 $1.0846 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

2.2 Pn 的 CO_2 响应曲线

由图2可知,东风菜的 CO_2 响应曲线变化规律与光强响应曲线相似。在一定范围内,净光合速率随 CO_2 浓度的增大呈先升高后降低的趋势;在光合速率达到最大值时的 CO_2 浓度为东风菜的 CO_2 饱和点。将光合速率

和 CO_2 浓度的成对值进行二元回归可得,东风菜的 CO_2 响应曲线方程为 $y = -2 \times 10^{-5} x^2 + 0.0395x - 3.8888$ ($R^2 = 0.9809^{**}$),得出 CO_2 饱和点为 $987.5 \mu\text{mol}/\text{mol}$ 。当 CO_2 浓度在 $0 \sim 400 \mu\text{mol}/\text{mol}$ 时,光合速率和 CO_2 浓度呈线性相关,可求得直线回归方程为 $y = 0.0316x - 3.5112$ ($R^2 = 0.9885^{**}$),从而可得东风菜的补偿点为 $111.1 \mu\text{mol}/\text{mol}$,羧化效率为 0.0316 。

图2 东风菜的 CO_2 响应曲线

2.3 Pn 的温度响应曲线

由图3可知,东风菜的温度响应曲线呈一个开口向下的抛物线形状,在较低的温度范围,光合速率随温度的升高而升高,表明温度升高对光合作用具有促进作用;当达到一定的温度时,随温度的升高光合速率呈下降趋势,说明较高的温度对光合作用具有抑制作用。将光合速率和温度进行回归分析,得东风菜的温度响应曲线方程为 $y = -0.0214x^2 + 1.2107x - 7.7405$ ($R^2 = 0.9239^{**}$)。由图3可知,东风菜适宜生长的温度范围为 $25 \sim 30^\circ\text{C}$,东风菜生长的光合速率最大时的温度为东风菜的最适温度,即 28.3°C 。

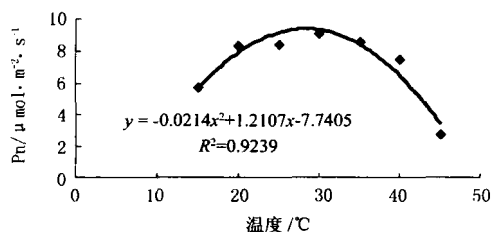


图3 东风菜的温度响应曲线

3 讨论与结论

东风菜的光补偿点、饱和点分别为 73.8 、 $1115 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,而其它特种蔬菜蒲公英^[9]和马齿苋^[10]的光补偿点分别为 91.78 、 $84 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,比东风菜的要高一点,说明东风菜利用弱光的能力比较高。蒲公英^[9]和马齿苋^[10]的光饱和点分别为 1438 、 $2000 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,比东风菜的高,说明东风菜栽培时不需要太高的光照强度就能达到光合作用的需要。在光照比较强的地区和夏季高光强栽培时要注意适当遮阴。光是光合作用的必要条件,而植物的光合作用对光强很敏感,光强过高和过低都会影响光合作用产物的积累,从而影响其产量和质量,因此在栽培东风菜时要注意其适应的光强范围。

CO_2 是光合作用的主要原料,对植物进行光合作用和对碳水化合物的积累具有明显的促进作用,当空气中二氧化碳的浓度超过植物本身的 CO_2 补偿点以后,植物开始进行光合作用并对其自身有机物质进行积累。东风菜的 CO_2 补偿点和饱和点分别为 111.1 、 $987.5 \mu\text{mol} \cdot \text{mol}^{-1}$,说明当空气中 CO_2 的浓度大于 111.1

$\mu\text{mol} \cdot \text{mol}^{-1}$ 时,东风菜进行光合作用时,才会有光合产物的积累,即东风菜才能生长,具有生物产量的积累。与紫甘蓝^[1](CO_2 补偿点 $70.4 \mu\text{mol}/\text{mol}$, CO_2 饱和点 $1140 \mu\text{mol}/\text{mol}$)和香椿^[12](CO_2 补偿点 $98.1 \mu\text{mol}/\text{mol}$, CO_2 饱和点 $1314.9 \mu\text{mol}/\text{mol}$)的相比较,东风菜的 CO_2 补偿点比它们高,而 CO_2 饱和点比它们低,说明东风菜 CO_2 浓度的适应范围比较小,浓度太小和太大都会影响其生物产量的积累。在种植东风菜时一定要注意 CO_2 的浓度,尤其是在保护地种植时,由于形成的小气候,影响棚内的空气流通,如果植物进行光合作用后 CO_2 的浓度得不到及时补充,使棚内 CO_2 的浓度小于东风菜的 CO_2 补偿点,就会直接影响光合作用,限制其产量和质量。所以,保护地栽培时,要注意通风,也可直接施用 CO_2 气肥来增加 CO_2 浓度。

影响植物光合作用的因子是多方面的,温度就是其中一个很重要的因子。在栽培中掌握了蔬菜适宜生长的温度范围,并在实践中严格遵循,对蔬菜的增产可以起到促进作用。东风菜的最适温度是 28.3°C ,所以在炎热的夏季栽培时可以通过遮阴和喷水等措施降低温度,在寒冷的冬季可以通过各种加温措施以保证其正常生长。温度会对蔬菜植物叶片的光饱和点和补偿点, CO_2 的饱和点和补偿点都会产生影响^[13],该试验只是研究了东风菜在温度为 25°C 时的值,对于其它温度下东风菜的

光和二氧化碳补偿点和饱和点有待于进一步研究。

参考文献

- [1] 何小勇,刘新红,刘跃军,等. 森林蔬菜与栽培[M]. 北京:中国林业出版社,2006:149-152.
- [2] 王冰,李楠,顾晓洁,等. 东风菜染色体的核型分析[J]. 中国药杂志,2006(10):732-734.
- [3] 贺志安,马兴科,白素平. 东风菜根微量元素的测定[J]. 新乡医学院学报,2006(5):433-434.
- [4] 蒋金和,邓雪琳,王利勤,等. 东风菜化学成分及药理活性研究进展[J]. 中草药,2008(10):1517-1520.
- [5] 衣晓峰. 东风菜抗癌研究获黑龙江省科技奖[J]. 中国医药报,2007(10):7.
- [6] 刘淑兰. 东风菜的药用研究概况[J]. 中医药信息,2007(3):18-20.
- [7] 李伟红,王兴福,于云权. 短梗五加与东风菜套种反季生产效益高[J]. 特种经济动植物,2008(12):36.
- [8] 周文. 东风菜与短果苘苣套种高产栽培模式[J]. 蔬菜,2008(12):13.
- [9] 赵磊,杨延杰,林多. 蒲公英光合特性的研究[J]. 北方园艺,2008(4):30-32.
- [10] 芦晓磊,宁伟,汤贺,等. 光照强度对马齿苋生长及光合特性的影响[J]. 华北农学报,2008,23(2):41-44.
- [11] 王美玲,艾希珍,丁飞,等. 紫甘蓝和普通甘蓝光合特性的比较[J]. 园艺学报,2008,35(4):547-552.
- [12] 徐坤,康立美. 香椿光合特性研究[J]. 园艺学报,1999,26(3):180-183.
- [13] 艾希珍,张振贤,王绍辉,等. 温度对生姜叶片光合特性的影响[J]. 中国蔬菜,1998(3):1-3.

Studies on Photosynthetic Characteristics of *Doellingeria scaber*

JIA Xin-juan, FENG Yu-cai

(Horticulture College of Jilin Agricultural University, Changchun, Jilin 130118)

Abstract: Photosynthetic characteristics were carried out with *Doellingeria scaber*, using the CIRAS-2 photosynthetic instrument. The results indicated that the light compensation points (LCP) and saturation light (SL) of *Doellingeria scaber* were $73.8 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ and $1115 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, the apparent quantum yield of photosynthesis was 0.0147. The CO_2 compensation points (CCP) and saturation CO_2 (SC) were $111.1 \mu\text{mol}/\text{mol}$ and $987.5 \mu\text{mol}/\text{mol}$, the carboxylation efficiency was 0.0316. The optimum temperature for Pn in *Doellingeria scaber*'s leaves was 28.3°C .

Key words: *Doellingeria scaber*; photosynthetic characteristics; temperature