

# 盆栽寒富苹果光合特性的研究

马慧丽<sup>1,2</sup>, 吕德国<sup>1\*</sup>, 秦嗣军<sup>1</sup>, 刘国成<sup>1</sup>, 李秀珍<sup>2</sup>, 李学强<sup>2</sup>

(1. 沈阳农业大学 园艺学院, 辽宁 沈阳 110161; 2. 河南科技大学 林学院, 河南 洛阳 471003)

**摘要:** 用 CIRAS-1 型便携式光合系统对盆栽寒富苹果的光合特性进行了研究。结果表明, 在冷凉地区, 寒富苹果光合速率日变化呈双峰曲线, 中午前后光合速率下降, 出现“午休”现象, 光照强度、气温等因子对光合作用产生影响。寒富苹果的饱和光强为  $(1291 \pm 58) \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ , 光补偿点为  $(32 \pm 8) \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ;  $\text{CO}_2$  饱和点和补偿点分别为  $(1439 \pm 21) \mu\text{mol}/\text{mol}$  和  $(92 \pm 6) \mu\text{mol}/\text{mol}$ 。

**关键词:** 寒富苹果; 光合作用; 光照强度

**中图分类号:** S661.1      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1004-3268(2007)06-0104-03

## Studies on the Photosynthetic Characteristics of Potted Hanfu Apple

MA Hui li<sup>1,2</sup>, LU De guo<sup>1</sup>, QIN Si jun<sup>1</sup>, LIU Guo cheng<sup>1</sup>, LI Xiu zhen<sup>2</sup>, LI Xue qiang<sup>2</sup>

(1. College of Horticulture, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110161, China;

2. College of Forestry, Henan Science and Technology University, Luoyang 471003, China)

**Abstract:** The photosynthetic characteristics of Hanfu apple in pot were studied using CIRAS-1 portable photosynthetic system. The results showed that the diurnal variation of net photosynthetic rate presented double peak curve in cool regions, with the first peak occurred at 10:00 a. m. and the second peak after 15:00 p. m, while decreased at noon. The net photosynthetic rate was greatly affected by light intensity and air temperature. The light compensate and saturated points of Hanfu apple were  $(32 \pm 8) \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$  and  $(1291 \pm 58) \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ , respectively. The  $\text{CO}_2$  compensate and saturated points were  $(92 \pm 6) \mu\text{mol}/\text{mol}$  and  $(1439 \pm 21) \mu\text{mol}/\text{mol}$ , respectively.

**Key words:** Hanfu apple; Photosynthesis; Light intensity

寒富苹果是沈阳农业大学于 1978 年, 以东光为母本, 富士为父本杂交育成, 1994 年通过品种审定, 定名为寒富。该品种树势旺, 叶片厚, 腋花芽坐果率高, 抗寒抗腐烂病, 植株为短枝型, 单果重 205 g, 品质优, 成熟期比国光早 20 d, 耐贮性比国光强。目前全国推广面积 3 万  $\text{hm}^2$  左右, 其中, 辽宁省就达 2 万  $\text{hm}^2$ <sup>[1]</sup>。对果树光合特性的研究已有许多报道<sup>[2~7]</sup>, 但是寒富苹果作为东北地区一个优质抗寒品种, 其基础生理和技术研究却十分薄弱。盆栽作

为一种栽植方式, 由于根系受到容器的限制其生理代谢发生一定的变化。本试验通过对盆栽寒富苹果光合特性及其对环境响应进行研究, 探索盆栽寒富苹果叶片光合生产能力, 为提高其产量和品质提供科学依据。

### 1 材料和方法

#### 1.1 材料

试验于 2006 年在沈阳农业大学果树基地完成。

收稿日期: 2007-02-10

基金项目: 农业部“948”项目(2006-G28)

作者简介: 马慧丽(1977-), 女, 河南洛阳人, 助教, 主要从事果树栽培与生理研究。

通讯作者: 吕德国(1967-), 男, 山东莱芜人, 教授, 博士生导师, 主要从事果实栽培与生理研究。

供试材料为 2003 年栽植的寒富盆栽(盆高 25 cm, 盆口内径 25 cm, 盆底内径 20 cm)植株, 砧木为山定子。盆土为壤质土, 生长季正常管理, 11 月底用塑料薄膜保护越冬。

1.2 方法

2006 年 7 月中旬进行光合参数测定。选生长一致试材 3 盆, 从每盆中选出 1 个光照良好的顶部新梢, 每个新梢选 1 片中部功能叶进行光合参数指标测定, 日变化从 7:00 ~ 17:00 每隔 1h 测 1 次, 重复测定 3 片叶。气体交换参数用英国 PP - systems 公司生产的 CIRAS - 1 型便携式光合系统进行测定。测定时光合有效辐射(PAR)、大气温度(Ta)、叶温(Tl)、水气压(mbar)、大气 CO<sub>2</sub> 浓度(Ca)等参数均采用仪器自控系统控制。净光合速率的测定选晴好天气于 9:00 ~ 11:00 测定; Pn - PAR 响应曲线, 光强从 80 ~ 1600 μmol/(m<sup>2</sup> · s) 分 8 个梯度, CO<sub>2</sub> 设定为 360 ~ 380 μmol/mol, 每一光强下适应 5min 后记录数据, 同时计算光补偿点(LCP), 以拟合曲线方程(y = ax<sup>2</sup> + bx + c) 计算饱和光强(LSP); Pn - CO<sub>2</sub> 响应曲线(Pn - Ca, Ci), CO<sub>2</sub> 从 100 ~ 1800 μmol/mol 分 12 个梯度进行测定, 光强设定为 1600 μmol/(m<sup>2</sup> · s), 以 Pn - Ca 响应曲线方程计算 CO<sub>2</sub> 补偿点(CCP)与 CO<sub>2</sub> 饱和点(CSP)。

2 结果与分析

2.1 盆栽条件下寒富苹果光合作用的日变化

2.1.1 寒富苹果净光合速率日变化 寒富苹果的净光合速率的日变化情况如图 1 所示。从图 1 可以看出, 寒富苹果具有明显的光合午休现象, 光合曲线呈双峰。上午 10:00 左右出现第 1 个高峰, 并为全天净光合速率的最高峰, 净光合速率(CO<sub>2</sub>) 为 12 μmol/(m<sup>2</sup> · s); 第 2 个高峰出现在下午 15:00 左

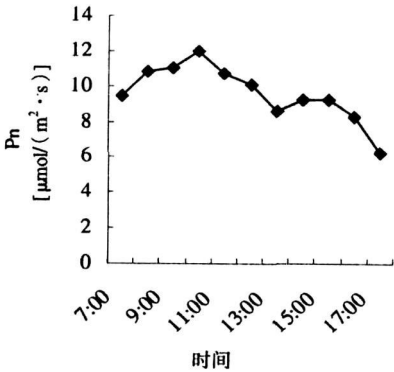


图 1 寒富苹果净光合速率日变化

右, 净光合速率为 9.3 μmol/(m<sup>2</sup> · s), 两峰之间即中午 13:00 净光合速率下降到 8.6 μmol/(m<sup>2</sup> · s) 形成低谷。这一结果与前人在四季柚<sup>[8]</sup>、猕猴桃<sup>[9]</sup> 等树种的研究结果相似。

2.1.2 光照强度对寒富苹果净光合速率的影响

从图 2 可以看出, 上午寒富苹果净光合速率随光照的增强而升高, 中午前后受到不利的环境因子抑制而产生“午休”现象; 中午 13:00 以后净光合速率开始回升, 15:00 以后, 又随着光强的减弱而降低。10:00 ~ 13:00 出现光合午休现象时, 光合强度变化不是很大, 因此, 光强可能不是导致光合作用中午降低的直接原因。但它是引起一天中气温和土壤含水量等变化的主要原因, 因此, 光强可能是导致光合作用“午休”现象的间接原因。

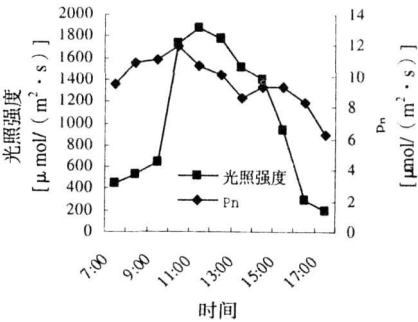


图 2 光照强度对寒富苹果净光合速率的影响

2.1.3 气温对寒富苹果净光合速率的影响 由图 3 可以看出, 净光合速率从 7:00 起随着气温的上升而升高, 中午前后净光合速率受到高温等环境因子的抑制而呈现下降趋势, 15:00 以后净光合速率随着气温的下降而降低。Salvucci<sup>[10]</sup> 曾指出, 光合作用关键酶(Rubisco)的最适活化温度在 25 ~ 30℃, 其活性的高低直接影响光合速率的大小。因此, 气温偏高可能是中午光合速率下降的影响因子之一。但本试验没有进行多天不同气温的重复试验, 在温度发生变化的同时光强也在变化, 因此, 本试验还不能深入地摸清气温对净光合速率的影响, 有待今后进一步深入研究。在本试验中, 由于采用的是盆栽试材, 根系受空间的限制, 土壤含水量有限, 中午又受强光和高温的抑制, 也可能是出现午休的原因之一。

2.2 寒富苹果净光合速率对光和 CO<sub>2</sub> 的响应

2.2.1 寒富苹果净光合速率对光的响应 寒富苹果光合作用的光响应曲线如图 4 所示。其饱和光强为 (1291 ± 58) μmol/(m<sup>2</sup> · s), 补偿光强为 (32 ± 8) μmol/(m<sup>2</sup> · s)。寒富苹果的光饱和点和光

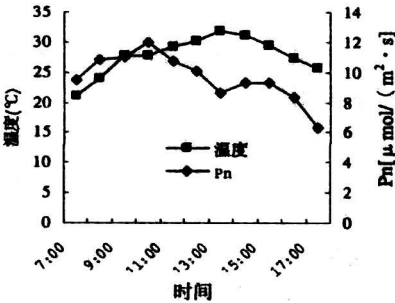


图 3 温度对寒富苹果净光合速率的影响

补偿点和其他果树相比相对较低,表明寒富苹果对光强的要求不高,因此,寒富苹果较适合在东北地区生长季阴雨天气较多的地方生长。

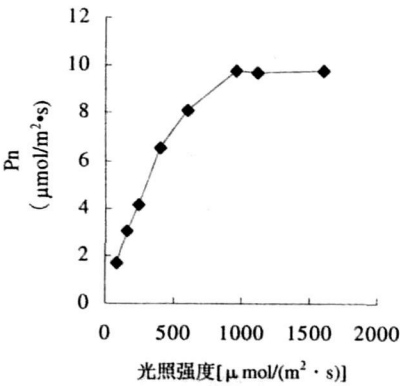


图 4 寒富苹果净光合速率对光的响应

2.2.2 寒富苹果净光合速率对 CO<sub>2</sub> 的响应 从寒富苹果光合作用的 CO<sub>2</sub> 的响应曲线可看出(图 5),当 CO<sub>2</sub> 浓度低于 200 μmol/mol 时,净光合速率随着

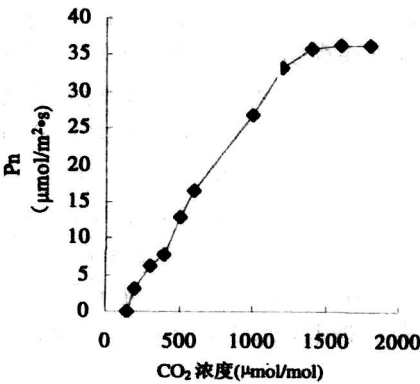


图 5 寒富苹果净光合速率对 CO<sub>2</sub> 的响应

CO<sub>2</sub> 浓度的增加而剧增;当 CO<sub>2</sub> 浓度在 200 ~ 1400 μmol/mol 时,净光合速率随 CO<sub>2</sub> 浓度的上升

而缓慢上升;当 CO<sub>2</sub> 浓度在 1400 μmol/mol 以上时,净光合速率基本不再增加。因此,寒富苹果光合作用的 CO<sub>2</sub> 补偿点为 (92 ± 6) μmol/mol, CO<sub>2</sub> 饱和点为 (1439 ± 21) μmol/mol。可见,寒富苹果的 CO<sub>2</sub> 饱和点较高。

3 小结

盆栽条件下,寒富苹果的日光合速率具有明显的午休现象,呈现双峰曲线。发生“午休”的原因主要是高温、低湿等环境条件的影响。在生产中应注意高温,特别是高光强下出现的高温干热天气,要采取一系列措施降低寒富园地周围小气候的温度以减弱“午休”的程度。寒富苹果的光饱和点和补偿点较低,说明寒富苹果对光强的要求不高,对园地的选择不严格。测定结果还表明,寒富苹果的 CO<sub>2</sub> 饱和点较高,生产中应通过施有机肥来增加 CO<sub>2</sub> 浓度,提高光合速率。

参考文献:

[1] 李怀玉. 抗寒优质苹果新品种——短枝寒富[J]. 中国果树, 1995(1): 1-2.

[2] 王春清, 祖容, 张贤泽. 葡萄幼树若干光合特性的研究[J]. 园艺学报, 1989, 6(4): 279-284.

[3] 王春清, 高仪等. 王文江, 等. 核桃光合特性的研究[J]. 园艺学报, 1993, 20(4): 319-323.

[4] 杨建民, 王中英. 短枝型与普通型苹果叶片光合特性比较研究[J]. 中国农业科学, 1994, 27(4): 31-36.

[5] 程福厚, 赵志军, 张纪英, 等. 灌溉方式对桃光合特性及结果的影响[J]. 河南农业科学, 2007(1): 89-91.

[6] 张全军, 阎振立, 张顺妮, 等. 普通华冠和短枝华冠苹果叶片光合特性比较[J]. 河南农业科学, 2006(11): 88-91.

[7] 张福庆, 李巍, 田卫东, 等. 干红酒用葡萄果实成熟期间的叶片光合特性[J]. 华北农学报, 1999, 14(3): 72-75.

[8] 姜小文, 张秋明, 易干军, 等. 四季柚的光合特性研究[J]. 湖南农业大学学报, 2003, 29(5): 397-401.

[9] 彭永宏, 章文才. 猕猴桃的光合作用[J]. 园艺学报, 1994, 21(2): 151-157.

[10] Salvucci M E, Porits A R, Ogren W L. Light and CO<sub>2</sub> response of ribulose 1, 5 biphosphate carboxylase/ oxygenase activation in aroididopsis leaves[J]. Plant Physiol, 1986, 80: 655-659.