

# 核桃净光合速率日变化与环境因子的关系

杨雨华<sup>1</sup>, 宗建伟<sup>1,2,3</sup>, 岳汉秋<sup>1</sup>, 梁亚红<sup>1</sup>, 杨风岭<sup>1</sup>

(1. 平顶山学院 低山丘陵区生态修复重点实验室, 资源与环境科学学院, 河南 平顶山 467000;

2. 西北农林科技大学 林学院, 陕西 杨凌 712100; 3. 中国林业科学研究院 林业所, 北京 100091)

**摘要:**以核桃品种“鲁光”1年生嫁接苗为试材, 采用 Li-6400 便携式光合测定系统, 测定与分析了核桃品种的净光合速率与环境因子的关系, 以期为该核桃品种优良苗木的培育以及优质高产栽培提供科学依据。结果表明: 核桃净光合速率(Pn)日变化为“双峰”型曲线, 在 10:00 左右和 16:00 左右分别出现峰值, 且第 1 次峰值高于第 2 次峰值, 14:00 左右具有明显的“午休”现象; 净光合速率与空气温度存在负相关关系, 与空气相对湿度以及空气 CO<sub>2</sub> 浓度均存在二次函数曲线关系。因此, 全天中空气温度、空气相对湿度以及空气 CO<sub>2</sub> 浓度是影响“鲁光”核桃净光合速率强弱的主要环境因子。

**关键词:**核桃; 净光合速率; 空气相对湿度; 空气温度; 空气 CO<sub>2</sub> 浓度

**中图分类号:**S 664.1 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2014)11-0032-03

核桃(*Juglans regia* L.)属于胡桃科核桃属落叶乔木, 奇数羽状复叶, 小叶椭圆形, 核果球形, 外果皮平滑, 内果皮坚硬, 有皱纹, 是世界著名的“四大干果”之一。又名胡桃, 原产中国, 是古老的栽培植物之一<sup>[1-4]</sup>。近几

年, 核桃产业在我国迅猛发展, 在全国 24 个省(区) 都有栽培和分布。光合作用是绿色植物将太阳辐射能转化为化学能的主要形式, 它也是生态系统生物获得能量和食物的基础, 90% 以上的干物质均来自于绿色植物的光合作用。因此, 研究植物的光合作用一直受到人们的重视<sup>[5-9]</sup>。基于我国核桃产业的发展现状, 研究核桃光合性能对于我国核桃产业发展具有深远的意义。现以“鲁光”核桃品种为试材, 采用便携式光合测定系统, 测定分析了其净光合速率与环境因子的关系, 以期为该核桃品种优良苗木的培育以及优质高产栽培提供科学依据。

**第一作者简介:**杨雨华(1980-), 女, 河南商丘人, 博士, 讲师, 研究方向为植物生理生态学。E-mail: yyzdx2003@163.com.

**基金项目:**河南省教育厅自然科学基础研究计划资助项目(12B180026); 平顶山学院高层次人才科研启动经费资助项目(2011010/G); 平顶山学院“生态地理学”重点学科资助项目。

**收稿日期:**2014-01-14

[15] 王晖. 光合细菌肥料对植物的影响[J]. 山西教育学院学报, 2000(3): 36-38.

[16] 夏宜平, 陈声明, 钱泽澎. 光合细菌对百日草生长及根际营养的影响[C]. 北京: 中国园艺学会, 1994: 600-603.

## Effect of Application of Photosynthetic Bacteria (PSB) on the Growth of Coriander Substrate Culture

WU Li-na<sup>1,2</sup>, ZHU Xiu-min<sup>1</sup>, LI Bing<sup>1</sup>, SUN Jun-ming<sup>1</sup>

(1. College of Chemical Engineering and Biotechnology, Xingtai University, Xingtai, Hebei 054001; 2. College of Life Science, Hebei Normal University, Shijiazhuang, Hebei 050011)

**Abstract:** Taking ‘Shandong Daye’ coriander as research object, with photosynthetic bacteria as test materials, the impact of different amount of microbial inoculum of photosynthetic bacteria into the substrates of the substrate-cultured coriander on the influence of plant height, main root length, fresh weight, and content of chlorophyll and vitamin C content were studied. The results showed that applying appropriate amount of photosynthetic bacteria could obviously improve the growth of the substrate culture coriander. In addition, the contents of chlorophyll and vitamin C in the plant were increased significantly. The optimal application concentration of photosynthetic bacteria for substrate culture coriander was 10<sup>8</sup> cfu/mL.

**Key words:** photosynthetic bacteria; substrate culture; coriander

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试核桃品种“鲁光”为陕西杨凌西北农林科技大学林学院苗圃内的1年生嫁接苗。

### 1.2 试验方法

2011年6月中旬,选择晴朗天气,在苗圃内采用Li-6400 便携式光合测定系统,利用标准叶室和开放式气路,测定1年生嫁接苗核桃品种“鲁光”叶片的光合指标。测定时间从上午8:00开始到下午18:00结束,每间隔2h测定1次,选取不同叶位的叶片,取5次测定的平均值。

### 1.3 项目测定

采用Li-6400 便携式光合测定系统(美国LI-COR公司),测定叶片净光合速率( $P_n$ ,  $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ )、空气温度( $T_a$ ,  $^{\circ}\text{C}$ )、空气相对湿度( $R_h$ , %),空气 $\text{CO}_2$ 浓度( $C_d$ ,  $\mu\text{mol}/\text{mol}$ )。

### 1.4 数据分析

试验数据采用Microsoft Excel 2007 进行分析及制图。

## 2 结果与分析

由图1可以看出,“鲁光”净光合速率日变化在自然条件下呈“双峰”曲线,在14:00出现明显的“午休”现象。随着光照强度的增加,净光合速率在10:00左右出现第1次峰值,峰值为 $4.846 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ,在16:00左右出现第2次峰值,峰值为 $2.389 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

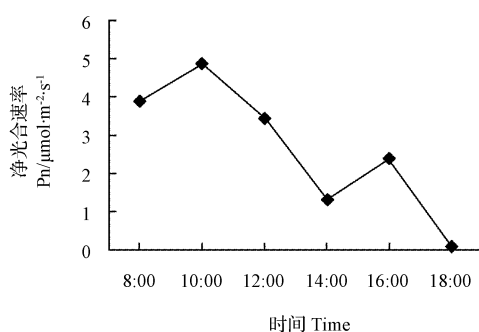


图1 “鲁光”核桃叶片净光合日变化

Fig. 1 Diurnal changes of net photosynthetic rate in leaves of 'Luguang' *Juglans regia* L.

由图2可知,净光合速率与空气相对湿度存在二次函数曲线的关系,其方程为 $P_n = -0.010R_h^2 + 0.664R_h - 6.335$  ( $R=0.8579$ )。随着空气相对湿度的逐渐升高,净光合速率也在逐渐升高,二者呈现抛物线的趋势,当空气相对湿度达到33.2%时,净光合速率出现峰值。

由图3可以看出,净光合速率与空气温度存在直线趋势的关系,其回归方程为 $P_n = -0.225T_a + 10.54$ ,净

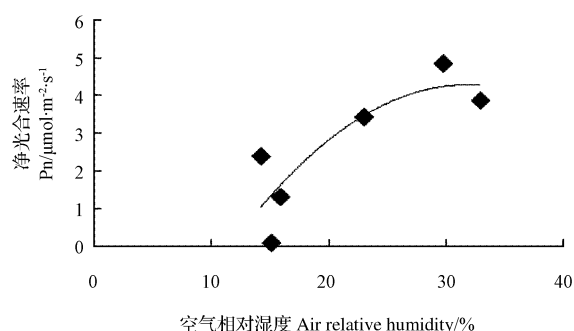


图2 “鲁光”核桃叶片净光合速率与空气相对湿度的关系

Fig. 2 Relationship between diurnal changes of the net photosynthetic rate and air relative humidity in leaves of 'Luguang' *Juglans regia* L.

光合速率与空气温度存在负相关关系( $R=0.7389$ )。随着空气温度的逐渐升高,净光合速率呈现下降的趋势。

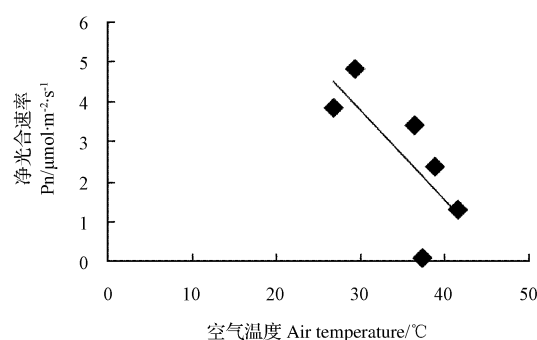


图3 “鲁光”核桃叶片净光合速率与空气温度的关系

Fig. 3 Relationship between diurnal changes of the net photosynthetic rate and air temperature in leaves of 'Luguang' *Juglans regia* L.

由图4可以看出,净光合速率与空气 $\text{CO}_2$ 浓度存在二次函数曲线的关系,其方程为 $P_n = -0.035C_d^2 +$

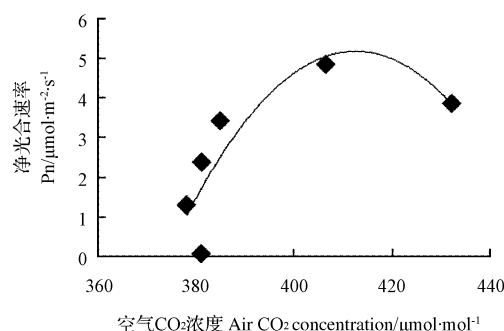


图4 “鲁光”核桃叶片净光合速率与空气 $\text{CO}_2$ 浓度的关系

Fig. 4 Relationship between diurnal changes of the net photosynthetic rate and air  $\text{CO}_2$  concentration in leaves of 'Luguang' *Juglans regia* L.

2.856Cd-584.12( $R=0.8585$ )。随着空气中  $\text{CO}_2$  浓度的逐渐升高,净光合速率也在逐渐升高,二者呈现抛物线的趋势,当空气  $\text{CO}_2$  浓度达到 412.853 mol/mol 时,净光合速率出现峰值。

### 3 结论与讨论

绿色植物的光合作用是一个非常复杂的生理生化过程,叶片净光合速率不仅与自身因素密切相关,如叶绿素含量、叶绿素 a/b 的比值、叶绿体片层结构的发达与否等都会对叶片光合速率产生影响,而且又受光照强度、空气温度、空气相对湿度、空气  $\text{CO}_2$  浓度等环境因子影响<sup>[10]</sup>。该研究结果表明,“鲁光”核桃品种净光合速率日变化在自然条件下呈“双峰”曲线,在 14:00 出现明显的“午休”现象。随着光照强度的增加,净光合速率在 10:00 左右出现第 1 次峰值,第 2 次峰值则出现在 16:00 左右。净光合速率与空气温度存在负相关关系,与空气相对湿度以及空气  $\text{CO}_2$  浓度均存在二次函数曲线关系。

综上所述,全天中空气相对湿度和空气温度以及空气  $\text{CO}_2$  浓度都是影响“鲁光”核桃净光合速率强弱的主要环境因子。因此,从“鲁光”核桃苗光合特征以及环境影响因子的角度可以看出,在该品种的管理和养护中应注意保持通风,并且需要结合适当的园艺修剪技术,保证光照通透。另一方面,当空气温度过高时,可采取适当遮阴或者喷洒水雾、浇灌等方式降低由于环境温度过高对核桃光合性能的影响。研究分析“鲁光”核桃净光

合速率与环境因子的关系,不仅可以保证核桃在较高的光合性能条件下实现丰产的目的,而且有助于该品种推广到其适宜种植的区域。目前,对该品种仅研究净光合速率与环境因子的关系相关分析还不够,结合分子水平及生理变化及产生机制可能是今后研究的方向。

### 参考文献

- [1] 肖志娟,翟梅枝,许静,等.不同核桃品种的 ISSR 标记分析[J].北方园艺,2013(4):103-107.
- [2] 张志华,高仪,王文江,等.核桃光合特性的研究[J].园艺学报,1993,20(4):319-323.
- [3] 刘鹏,刘庆忠,赵红军,等.核桃光合作用特性的初步研究[J].落叶果树,2003(4):1-3.
- [4] 兰彦平,李雪英.核桃光合特性与座果率关系的研究[J].山西农业大学学报,1998,18(1):39-41.
- [5] Mller P, Li X P, Niyogit K K. Non-photochemical quenching. A response to excess light energy[J]. Plant Physiology, 2001, 125(4): 1558-1566.
- [6] Hoyaux J, Moureaux C, Tourneur D, et al. Extrapolating gross primary productivity from leaf to canopy scale in a winter wheat crop[J]. Agricultural and Forest Meteorology, 2008, 148(4): 668-679.
- [7] 刘建福.澳洲坚果叶片光合速率和叶绿素荧光参数日变化[J].西南农业大学学报(自然科学版),2006,28(2):271-274.
- [8] 廖行,王百田,武晶,等.不同水分条件下核桃蒸腾速率与光合速率的研究[J].水土保持研究,2007,14(4):30-34.
- [9] 种培芳,陈年来.光照强度对园艺植物光合作用影响的研究进展[J].甘肃农业大学学报,2008,10(5):104-108.
- [10] 马钦彦,蔺琛,韩海荣,等.山西太岳山核桃光合特性的研究[J].北京林业大学学报,2003,25(1):14-19.

## Relationship Between Diurnal Changes of Net Photosynthetic Rate and Environmental Factors in Leaves of ‘Luguang’ *Juglans regia* L.

YANG Yu-hua<sup>1</sup>, ZONG Jian-wei<sup>1,2,3</sup>, YUE Han-qiu<sup>1</sup>, LIANG Ya-hong<sup>1</sup>, YANG Feng-ling<sup>1</sup>

(1. Pingdingshan University, Key Laboratory Ecological Restoration Hilly, College of Natural Resources and Environment Sciences, Pingdingshan, Henan 467000; 2. College of Forestry, Northwest Agricultural and Forestry University, Yangling, Shannxi 712100; 3. Institute of Forestry, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091)

**Abstract:** Taking annual grafting of ‘Luguang’ *Juglans regia* as material, diurnal changes of photosynthetic characteristics and environmental factors of were studied by Li-6400 portable photosynthesis system, in order to provide scientific basis for the excellent varieties selecting and high production of walnut seedling. The results showed that, the diurnal changes of the net photosynthetic rate (Pn) showed double peak curve at 10:00 and 16:00 respectively and the first peak was higher than the second peak, midday depression phenomenon occurred at 14:00 obviously; there were negative correlations between the net photosynthetic rate (Pn) and air temperature, however, there were quadratic curve correlations between the net photosynthetic rate (Pn) and air  $\text{CO}_2$  concentration, air relative humidity. Therefore, the diurnal changes of the net photosynthetic rate (Pn) were mainly caused by air relative humidity, air temperature and air  $\text{CO}_2$  concentration.

**Key words:** *Juglans regia* L.; net photosynthetic rate; air relative humidity; air temperature; air  $\text{CO}_2$  concentration