

青花椒光合生理特性分析*

张琳¹, 蔡艳江², 田英¹

(1. 西昌市林业局, 四川 西昌 615000; 2. 昆明千卉公司, 云南 昆明 650000)

【摘要】本文对青花椒座果期的光合生理特性进行了研究。结果表明,座果期青花椒的光饱和点为 $500\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$,光补偿点为 $55.59\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$;座果期青花椒的光合速率日变化为单峰型曲线,峰值出现在11:00;青花椒叶片的气孔导度与叶片的光合速率日变化趋势基本一致,呈平行变化趋势,说明气孔导度是影响光合速率的直接因子。

【关键词】青花椒;光合速率;生理特性

【中图分类号】S573.101 **【文献标识码】**A **【文章编号】**1673-1891(2009)02-0005-03

青花椒(*Zanthoxylum schinifolium* Set.et.Zucc)是芸香科花椒属的落叶植物,阳性树种^[1],属双子叶主根系植物,但侧根、须根多而发达,是我国特有的木本油料和香料树种。青花椒因生产管理简单,耐干旱,侧根发达,栽培方便,结果早^[1],果皮富含挥发油和脂肪,可蒸馏提取芳香油,作为食品香料和香精原料,其麻香味是我国人民普遍食用的调味佳品;且地下部根系发达,固土能力强,具有良好的水土保持的效能^[1,2],使其成为广大山区退耕还林的首选树种。

光合作用是自然界最重要的碳素同化作用^[4],是地球上最大的生物合成作用,是生物界获取能量、食物以及氧气的根本途径,所以被称为“地球上最重要的化学反应”。作物生产的目的就是最大限度地增加光合作用,农业基本上是一个通过光合作用利用太阳能合成有机物的系统。作物的产量基本上取决于他们光合系统的大小和效率,任何作物生物量生产的两个决定因子都是作物接受的辐射量和这些辐射用于干物质生产的效率^[5-8]。最大限度的提高光合速率、适当增加光合面积、延长光合时间、提高经济系数,并减少干物质消耗,才能提高植物的光能利用率及产量^[4]。本文将对青花椒的光合生理特性进行分析。

青花椒光合速率在1d中的变动情况和出现峰值的高、低是叶片光合能力与环境条件日变化综合作用的结果。在早晨叶肉细胞内糖和淀粉的“库”储量较少的情况下,单叶的Pn比较高;到中午光强大,温度高,湿度低,蒸腾速率加快,而气孔导度、叶肉细胞内的CO₂浓度下降,致使Pn下降。Lakso认为植物光合日变化原因可能是在低水势、高水气压差(VPD)和高温下气孔关闭使Pn低下。而强烈的光照是引起环境空气温度、湿度等变化的根本原因,因此加强水分管理,适时灌

溉,降低温度,增加空气湿度,减少水分蒸腾,是克服午休的基本方法^[9]。

光响应反映了植物光合速率随光照强度改变的变化规律^[10],叶片最大净光合速率表示了叶片的最大光合作用能力^[11]。在光合作用诱导期,光合作用机构高速运转,光合碳同化酶被充分活化,气孔更加开放^[12-15]。当光合速率开始达到最大值时的光照强度称为光饱和点^[4]。

1 研究区域概况

本研究的花椒试验基地设在西昌市缸窑村,位于川西高原,东经101° 46'至102° 25',北纬27° 32'至28° 10'。年平均气温17.1℃,平均日照时数2431~2435h,平均降雨量1013mm,无霜期1013d,全年太阳辐射量为136.2kcal·cm⁻²,年均≥10℃积温为5329.9℃。

2 试验材料与方法

2.1 试验材料

试验材料青花椒为五年生实生苗,为盛果期花椒树,是西昌金华繁育的青花椒实生苗,于青花椒座果期测定其主茎上的功能叶片的光合生理指标。

2.2 试验方法

2.2.1 青花椒光合速率及影响因子日变化的测定

光合速率及影响因子日变化的测定是在2007年8月8日进行的(青花椒座果期),天气晴朗,从早上7:00至下午19:00在自然光下每隔两小时测定一次。采用美国LI-COR公司生产的LI-6400便携式光合测定系统测定光合速率(Pn),气孔导度(Cond),胞间CO₂浓度(Ci),蒸腾速率(Tr),空气温度(Tair),叶片温度(Tleaf),参比室水分含量(H₂O_R),样本水分含量(H₂O_S),相对湿度(RH-R),有效辐射(PAR)等光合参数。每次选取长势基本一致的花椒3株,每株选取5个叶片进行测定,每个叶

收稿日期:2009-04-11

*基金来源:四川省教育厅项目“青花椒生理生态及优化种植技术研究”(项目编号:2007-2009)。

作者简介:张琳(1973-),女,助理工程师,主要从事林业方面工作。

片记录Pn相对恒定的3个数值。

2.2.2 青椒光响应的测定

光响应的测定是在2007年8月8日进行的(青椒座果期),天气晴朗,选择长势基本一致的植株功能叶,采用美国LI-COR公司生产的LI-6400便携式光合测定系统测定其光合速率,光响应曲线测定在上午11:30~13:00之间进行。将红蓝光源LED设定一系列光合光通量密度(PPFD)梯度(共12个梯度),考虑到植物对弱光到强光的不敏感性^[5],其梯度设定为:0, 50, 100, 150, 200, 500, 800, 1000, 1300, 1500, 1800, 2000 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$,测定不同光强下连体叶片的净光合速率。每个阶段测定时间为3min,其中每隔5s自动保存一次数据,测4株。

3 结果与分析

3.1 青椒光合速率及影响因子日变化

3.1.1 青椒座果期光合速率日变化

由图1可知,在座果期青椒的光合速率(Pn)和气孔导度(Cond)的日变化均为单峰型曲线,波峰出现在11:00,上午随光强和温度的升高而升高,中午11:00时达最大值,其值为光合速率 $8.047 \mu\text{molCO}_2/\text{m}^2/\text{s}$,气孔导度 $0.52 \mu\text{molCO}_2/\text{m}^2/\text{s}$,之后急剧下降后趋于稳定。

3.1.2 青椒光合速率影响因子日变化

青椒蒸腾速率(Tr)(图2)的日变化为单峰型曲线,先逐渐升高,于9:00达最大值,而光合速率(Pn)的最大值出现在11:00,后逐渐下降,蒸腾速率(Tr)在17:00时出现最小值。胞间二氧化碳浓度,参比室、样本室二氧化碳浓度先逐渐下降,于9:00时达波谷,后逐渐上升,于11:00达波峰,后逐渐下降;胞间二氧化碳浓度急剧下降,于13:00时达最小值,后逐渐上升(图3)。叶温(图4)随气温变化而变化,先逐渐升高,于13:00达最大值,后逐渐降低。参比室、样本室水分含量(图5)变化趋势一致,先逐渐升高,于11:00时达最大值,后急剧下降,于13:00时达最小值,后缓慢上升。

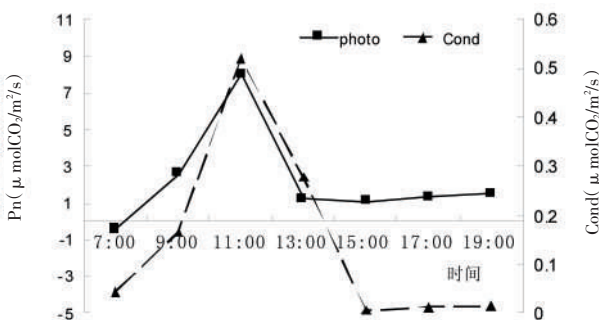


图1 净光合速率 气孔导度日变化

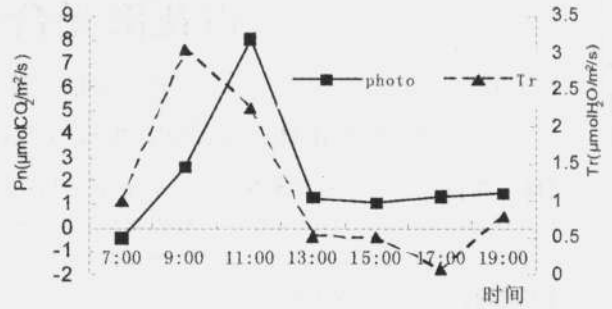


图2 光合速率 蒸腾速率日变化

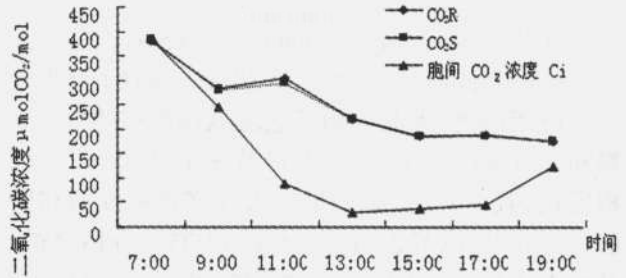


图3 Ci, CO2R, CO2S日变化

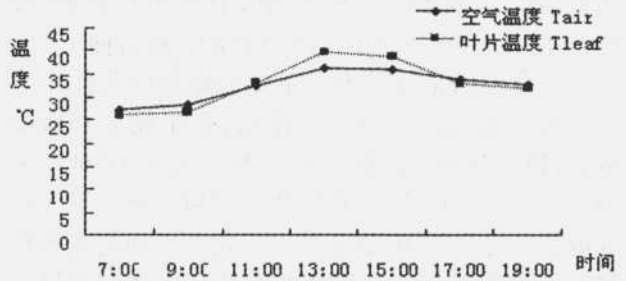


图4 空气温度,叶片温度日变化

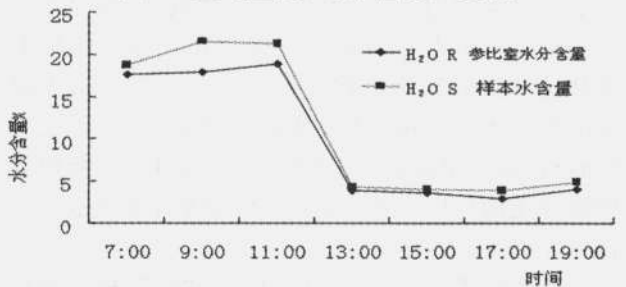


图5 参比室,样本水分含量日变化

3.2 青椒光响应

由图6可知,随着光强的增加,青椒的光合速率逐渐增加,于光强为 $500 \mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ 时光合速率最大,之后缓慢下降。在光照强度极弱时,叶片的光合速率低于呼吸速率,当光合速率等于呼吸速率时,这时的光照强度称为光补偿点,并随着光强的增加,光合速率迅速增大,即光合作用诱导期。随着光强的进一步增加,净光合速率增长趋于缓和,当光强达到一定强度后,光合速率基本稳定在一定水平,即达到光饱和。光补偿点和光饱和点是植物利用光强能力的重要指标^[16]。青椒的光补偿点和光饱和点分别为 $55.59 \mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ 和 $500 \mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ 。

s),宋安庆等人在几个乡土树种光合生理特性研究一文中研究的椿叶花椒的光补偿点为 $45.8 \mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$,光饱和点为 $607.3 \mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$,青花椒的光补偿点较椿叶花椒偏高,而光饱和点则较低。气孔导度在光强 $0\sim 2000 \mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ 之间均随光强的增加而呈现下降趋势,随光强的增加气孔导度急剧下降,当光强达 $50 \mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ 时,随光强增加气孔导度下降缓慢。

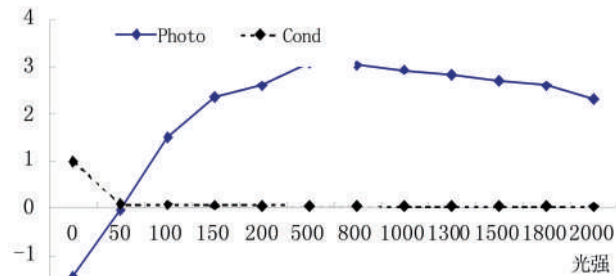


图6 光响应曲线拟合图

4 结论与讨论

光合作用受许多外界因素的影响,其中主要有气孔导度、光强、二氧化碳浓度和温度等。在一定范围内,这些条件越强,光合速率越快。但是,这些因素对光合作用不是孤立的,而是相互联系相互作用的,植物的光能利用率理论上为5%,而植物现有的光能利用率仅为1%左右,所以增产潜力很大。要提高光能利用率,主要通过延长光合时间,增加光合面积和提高光照强度等途径来实现^[3]。气孔导度与光合速率的变化趋势一致,均为单峰曲线,且峰值出现的时间相同;胞间二氧化碳浓度与光合速

率日变化的关系,清晨二氧化碳浓度较高,随着光强的增加,光合速率开始呈直线增长,二氧化碳同化加快,致使胞间二氧化碳浓度下降;蒸腾速率与光合速率的日变化也为单峰曲线,但出现峰值的时间不同;而中午温度较高,水分含量较低,导致了光合速率较低^[9]。

光是光合作用的主要来源,光照强度对光合作用的影响很大,在一定范围内,光合速率与光强几乎呈直线关系,超过一定范围后,光合速率增加转慢^[8]。光响应曲线随着光照强度的增加,净光合速率迅速增大,随着光强的进一步升高,光合速率增长变缓,当光强达到一定强度后,净光合速率基本稳定在一定水平。光补偿点和光饱和点是植物的两个重要光合生理指标,光补偿点越低的植物利用弱光的能力越强,而光饱和点越高的植物能更有效地利用全日照的强光,叶片的最大净光合速率表示了植物的最大光合作用能力。青花椒的光补偿点较椿叶花椒偏高,而光饱和点则较低,说明青花椒利用弱光和强光的能力均不及椿叶花椒;但是植物的光补偿点和光饱和点不是固定数值会随外界条件的变化而变化,环境条件不适宜时,往往降低光饱和点和光饱和时的光合速率,并提高光补偿点^[4]。

试验结果表明,1)青花椒叶片的气孔导度与叶片的光合速率日变化趋势基本一致,呈平行变化趋势,说明气孔导度是影响光合速率的直接因子;2)青花椒的光补偿点和光饱和点分别为 $55.59 \mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ 和 $500 \mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ 。

注释及参考文献:

- [1]张学权,刘永碧.核桃、板栗、花椒栽培技术[M].北京:四川科学技术出版社,2003(12):20.
- [2]杨吉华,王华田.地堰花椒水土保持效益的研究[J].山东农业大学学报,1995,26(4):480-486
- [3]张国桢,邓振义.花椒生理特点及栽培要点[J].杨凌职业技术学院学报,2005(9):15-18
- [4]张立军,梁宗锁.植物生理学[M].北京:科学出版社,2007(8):130.
- [5]许大全,徐宝基,沈允钢.C3植物光合效益的日变化[J].植物生理学,1990,16(1):1-5.
- [6]Stoskopenc.Understanding crop production [M].Reston: Publishing Company, 1981:1-12.
- [7]Gardner FP, PEARCERB, MITCHELL RL.Physiology of crop plants [M].Ames: Iowa state University Press, 1985:3-30.
- [8]Bakernr,Ortdb.Light and crop photosynthesis performance[C].BAKERNR,THOMAS H.crop photosynthesis: Spatial and Temporal Deteminants,Amsterdam:Elsevier Science Pu8blishers, 1992:289-312.
- [9]李玉巧,桑艳鹏,姜红.加工番茄光合特性的研究[J].安徽农业科学,2007,35(15):4436-4438.
- [10]滕建国,高长启,林玉梅,等.加拿大桦黄幼苗光合特征的研究[J].吉林林业科技,2006,35(2):71-76.
- [11]郭江,郭新宇,王纪华,等.不同株型玉米光响应曲线的特征参数研究[J].西北植物学报,2005,25(8):1612-1617.
- [12]刘宇峰,萧浪涛,童建华,等.非直线双曲线模型在光合光响应曲线的数据分析中的应用[J].农业基础科学,2005,21(8):76-79.
- [13]宋庆安,童方平,易霁琴.虎杖光合生理生态特性研究[J].中国农学通报,2006,22(2):71-76.
- [14]Xu D Q,Xu B J.The role of stomata limitation in photosynthetic induction of plant leaves [J].Acta phytophysiol Sin, 1989,15(3):275-280.

[7]吕政平.石灰土施工过程中的质量控制[J]. 工程与建设, 2007(2):194-196.
 [8]阮籍,傅玉罗.石灰土施工拌和方法选择[J].公路交通技术 2007(12):28-29.

Discussion about Some Construction Techniques of Soil-lime in Residential Area's Road Project

LIU Wei-hong¹, MIAO Cheng-xing²

(1.Nanchang Campus of Jiangxi University of Science and Engineering, Nanchang, Jiangxi 330013;
 2.Municipal Engineering Curing Administrative Office of zhangjiagang, Zhangjiagang, Jiangsu 215600)

Abstract: The soil-lime has good mechanical properties, good water stability and certain extent frost resistance. The water stability is low in initial period, but the long-term strength is high, and its construction quality directly affects the path's quality. Combining with construction practices of Bailu residential area's project, this paper makes some discussions about soil mix raw material, construction technique, and quality control target.

Key words: Soil-lime; Construction technique; Quality; Control

(上接7页)

1992(26):261.

[16]宋庆安,童方平,易霏琴.几种乡土树种光合生理特性研究[J].湖北林业科技, 2007,34(3):9-12

Analysis about the Photosynthetic Characteristics of Zanthoxylum Schinifolium

ZHANG Lin¹, CAI Yan-jiang², TIAN-Ying¹

(1.Xichang Forest Department, Sichuan, Xichang 615000;
 2.Qianhui Flower Corporation of Kunming, Kunming, Yunnan 650000)

Abstract: The photosynthetic physiological characteristic of zanthoxylum schinifolium in fruiting period was researched. The results showed that the light saturation point and light compensatory point of zanthoxylum schinifolium each was $500 \mu \text{ mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ and $55.59 \mu \text{ mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$. The day net photosynthetic rate changing was a single apex curve, appearing at the 11:00 am. The net photosynthetic rate changed with the stoma conduction amount together, which indicated that the stoma conduction amount was the main influence factor of net photosynthetic rate.

Key words: Zanthoxylum schinifolium; Photosynthetic rate; Physiological characteristics