

## 遮荫对桃幼树光合特性的影响

曹珂<sup>1</sup> 王永熙<sup>1</sup>, 王力荣<sup>2</sup>, 朱更瑞<sup>2</sup>, 方伟超<sup>2</sup>

(1. 西北农林科技大学园艺学院, 陕西 杨陵 712100; 2. 中国农业科学院 郑州果树研究所, 河南 郑州 450009)

**摘要:** 试验研究了耐弱光性不同的桃品种在遮荫下光合特性的变化。结果表明, 遮荫下, 植株通过降低光补偿点、夜间呼吸速率, 增大气孔导度、蒸腾速率, 增加叶绿素 b 相对含量等生理机制适应遮荫环境。研究同时表明, 植株通过光合调节适应遮荫的能力在 30% 遮荫下比 70% 遮荫表现明显; 不同品种的适应能力具有很大差异。

**关键词:** 遮荫; 桃; 光合特性

**中图分类号:** S662.1

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1001-7461(2004)04-0028-04

### Effects of Shading on Photosynthetic Characteristics of Young Peach Trees

CAO Ke<sup>1</sup>, WANG Yong-xi<sup>1</sup>, WANG Li-rong<sup>2</sup>, ZHU Geng-rui<sup>2</sup>, FANG Wei-chao<sup>2</sup>

(1. College of Horticulture, NW Sci-Tech Univ. of Agr. and For., Yangling, Shaanxi 712100, China;

2. Zhengzhou Fruit Research Institute, Chinese Academy of Agriculture Sciences, Zhengzhou, Henan 450009, China)

**Abstract:** Photosynthetic characteristics under different shading treatments were investigated in different peach cultivars with different low light-tolerance. The result showed that the trees could adapt to stress by decreasing light compensation point and night respiration rate, and increasing Gs, Tr, relative Chl. b content. The results also showed that the adjustment ability of trees 30% shading was more obvious than that under 70% shading. Significant differences of adaptability were found among different varieties.

**Key words:** shading; peach; characteristics of photosynthesis

随着果树设施栽培的发展, 保护地内遮荫环境对植株生长的不利影响成为亟待解决的问题, 而研究遮荫环境下果树的光合生理对改善设施栽培措施和选育适应遮荫环境的种质都具有一定的意义。桃的设施栽培近年来发展迅猛, 成为果树设施栽培的热点, 但其设施栽培下光合生理研究较少。喜光的桃在遮荫环境下, 光合特性会受到怎样的影响, 不同品种间变化有何不同, 植株如何对外界环境的改变作出反应, 从而做到“趋利避害”。本试验以 3 个耐弱光性不同的桃 1 a 生幼树为试验材料, 进行遮荫处理, 研究其光合特性的差异, 试图为桃耐弱光性判断及耐弱光机理的研究提供帮助。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材料与处理

供试盆栽 1 a 生桃幼树由郑州果树所桃资源项

目组提供。选耐弱光品种朝晖、中间品种早露蟠桃、不耐弱光品种 96-1-29 进行研究。早春萌芽前, 选取叶芽饱满、枝条粗度一致的 1 a 生成苗, 称重, 上盆, 萌芽后采用“Y”字型整枝, 控制叶片数目, 并尽量减少叶片遮蔽。栽培管理措施一致。

试验以不遮荫的桃苗为对照, 处理 1 为中度遮荫(遮荫率 30%); 处理 2 为重度遮荫(遮荫率为 70%)。每个品种每处理 3 个重复, 处理时间为 60 d。

### 1.2 测定项目及方法

处理 60 d 结束后, 在连续 3 个晴天, 选生长状况一致的桃功能叶测定其光合特性。

用 pp-system 公司生产的 ciras-1 型光合测定仪测定 9:00 光合速率, 采用开放气路。各处理环境条件即气温、湿度和 CO<sub>2</sub> 浓度尽量保持一致, 同时测定 9:00 蒸腾速率、气孔导度; 21:00 测定的光合速

收稿日期: 2004-03-16

基金项目: 国家 863 计划项目(2001AA247041)

作者简介: 曹珂(1978-), 男, 河南南阳人, 在读硕士, 主要从事植物逆境生理研究。

率(使用外部气体)即为呼吸速率;光补偿点测定(使用内部气体)利用光合测定仪的自动调节功能设定3个光强,拟合 $Pn- PAR$ 曲线,求出光补偿点;叶绿素含量测定采用80%丙酮提取并比色<sup>[1]</sup>。处理结束后,用台秤称量植株鲜重,计算出鲜重增加百分比。

## 2 结果与分析

### 2.1 遮荫处理对桃叶片9:00光合速率的影响

不同植株光合反应的日变化具有很大差异,日出后随着光照时间的延长,RuBP羧化/加氧酶的活性逐渐上升,经过一定时间后光合能力进入稳态;而随着光照时间的延长,RuBP再生、光合产物的积累又会对光合作用有一定抑制作用。因此一定时间的光合速率可以用来较好的衡量植株的光合能力。作者在另一试验中对桃的净生物量增加与一天中不同时刻光合速率进行了相关性分析,结果表明,9:00的光合速率与植株的营养生长意义最为密切。因此本试验用9:00的光合速率代表植株的光合能力。

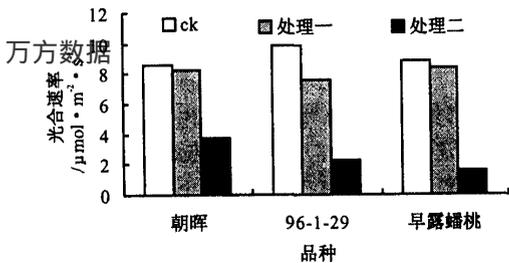


图1 不同遮荫处理对桃叶片9:00光合速率的影响

Fig. 1 Effects of different shading treatments on  $P_n$  of leaves of the peach at 9:00 am

由图1可知,桃幼树叶片9:00光合速率随遮荫程度加深而持续下降。在中度遮荫下,朝晖、96-1-29和早露蟠桃光合速率分别较对照下降4.52%、23.54%、5.21%;重度遮荫下,朝晖、96-1-29和早露蟠桃光合速率分别较对照下降56.73%、76.77%、82.22%。中度遮荫下,朝晖和早露蟠桃光合速率下降不明显,96-1-29显著下降。重度遮荫下,朝晖下降最少,早露蟠桃下降最多。

### 2.2 遮荫对桃叶片叶绿素含量的影响

遮荫下,叶绿素总量增加,这是植株对弱光环境的一种重要适应形式。其中叶绿素b可以更有效的利用短波光,耐弱光植株的叶绿素b的相对含量增加,从而表现为叶绿素a/b值的降低<sup>[2,3]</sup>。由图2可以看出,遮荫下,供试的3个品种叶绿素总量持续上

升。叶绿素a/b的变化则因品种不同而有所差异。中度遮荫下,朝晖叶绿素a/b下降,96-1-29和早露蟠桃叶绿素a/b则有小幅上升。重度遮荫下,朝晖、96-1-29和早露蟠桃叶绿素a/b有不同下降,降幅分别为34.49%、27.41%、28.79%,朝晖下降幅度最大,96-1-29下降幅度最小。

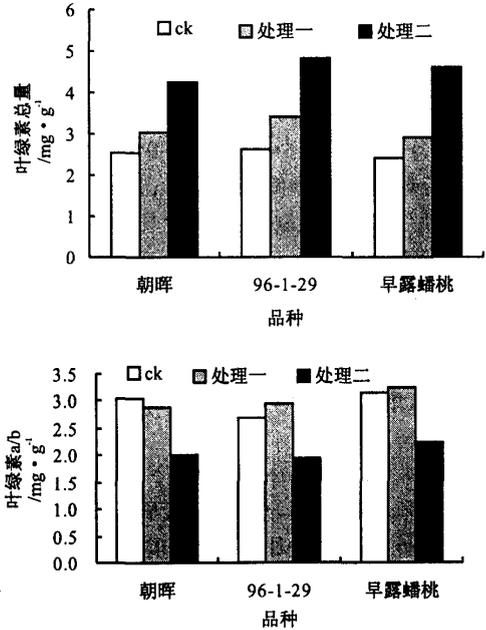


图2 不同遮荫处理对桃叶片叶绿素含量的影响

Fig. 2 Effects of different shading treatments on chlorophyll contents in leaves of peach

### 2.3 遮荫对桃叶片光补偿点的影响

遮荫对环境最大的影响就是光照强度的减弱,此时植株光补偿点的降低,有利于植株提高对弱光的利用率,是其适应弱光逆境的一种重要形式<sup>[4]</sup>。由表1可以看出,在中度遮荫下,朝晖光补偿点下降,降幅为24.37%,说明朝晖利用弱光能力较强;96-1-29和早露蟠桃则有小幅上升。在重度遮荫下,朝晖、96-1-29和早露蟠桃光补偿点都下降,降幅分别为59.97%、47.81%、70.33%,中间品种早露蟠桃下降最大,此时朝晖利用弱光的能力已表现不明显。

### 2.4 遮荫对桃叶片气孔导度的影响

遮荫下,气孔导度的增加,可能是叶温上升较少,水汽压差较小,造成叶片水势回升所致。气孔导度的增加对植株调节胞间 $CO_2$ 浓度,保持一定的净光合速率具有重要意义<sup>[5]</sup>。

表 1 不同品种光补偿点、呼吸速率、气孔导度蒸腾速率的变化

品种	光补偿点			呼吸速率			气孔导度			蒸腾速率		
	ck	处理 I	处理 II	ck	处理 I	处理 II	ck	处理 I	处理 II	ck	处理 I	处理 II
朝晖	75	57	30	6.36	2.13	3.12	14.33	20.00	11.33	0.96	1.26	0.62
早露蟠桃	52	57	15	4.14	3.52	2.57	21.00	20.67	11.67	1.23	1.46	0.32
96-1-29	44	46	23	6.28	3.43	2.62	24.67	25.00	9.67	1.32	0.88	0.41

由表 1 可以看出,在中度遮荫下,朝晖气孔导度上升,96-1-29 和早露蟠桃气孔导度变化不明显。在重度遮荫下,朝晖、96-1-29 和早露蟠桃的气孔导度都有所下降,降幅分别为 20.94%, 60.80%, 44.43%,朝晖气孔导度下降最少,96-1-29 下降最多。说明朝晖气孔限制较弱,因此具有更强的调节适应遮荫能力。

### 2.5 遮荫对桃叶片蒸腾速率的影响

蒸腾速率是植株在一定时间内单位叶面积蒸腾的水量。较高的蒸腾速率有利于降低叶温、延长叶片功能期、增强根系吸收能力<sup>[6]</sup>,对植物的光合产物积累有利。

由表 1 可以看出,在中度遮荫下,朝晖蒸腾速率较对照上升最多,增幅为 31.25%,早露蟠桃增幅为 18.70%,96-1-29 则较对照下降。重度遮荫下,3 个品种蒸腾速率均有所下降。此时蒸腾速率的下降可能与气孔导度减小有关,但朝晖仍下降最少。

### 2.6 遮荫对桃叶片夜间呼吸速率的影响

遮荫下,呼吸速率的降低,有利于减少同化物的消耗,维持植株正常的生长发育,对弱光适应性强的品种具有较低的夜间呼吸速率<sup>[7]</sup>。而过低呼吸速率则不利于植株能量的供应,影响代谢活动的正常进行。

通过表 1 可以看出,在遮荫处理下,3 个供试桃品种的呼吸速率都有所下降。在中度遮荫下,朝晖呼吸速率下降最多,降幅为 66.51%;早露蟠桃降幅为 45.38%;96-1-29 下降最少,降幅为 14.98%。在

表 2 不同处理桃光合指标与净生物量增加相关性分析

Table 2 Correlation analysis between net weight and photosynthesis index of peach under different treatments

处理	光合速率 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$	呼吸速率 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$	叶绿素总量 $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$	叶绿素 a/b	光补偿点 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$	蒸腾速率 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$
中度遮荫	0.873	-0.993**	-0.921	-0.999**	-0.921	0.937
重度遮荫	0.810	-0.980*	-0.777	-0.972*	-0.855	0.918

注: \* 为显著,  $p < 0.05$ ; \*\* 为极显著,  $p < 0.01$ 。

重度遮荫明显。其中中度遮荫下叶绿素 a/b 与生物量达到显著相关,重度遮荫下呼吸速率和叶绿素 a/b 与生物量相关性极强,但不显著。因此在中度遮荫下可以用叶绿素 a/b 的变化来衡量植株的耐弱光能

重度遮荫下,朝晖呼吸速率较中度遮荫有所上升,96-1-29 和早露蟠桃则继续下降。重度遮荫下耐弱光品种朝晖呼吸速率的上升可能与其维持一定的生理代谢有关。

### 2.7 遮荫对植株生物量增加的影响

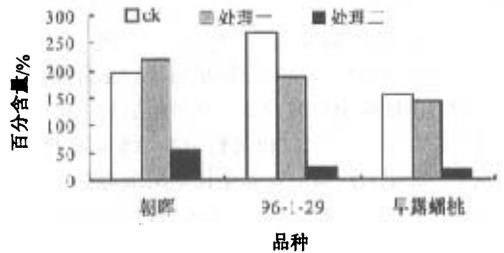


图 3 不同遮荫处理对桃生物量的影响

Fig. 3 Effects of different shading treatments on whole plant's fresh weight of peach

生物量增加是植株同化物净积累的最终反映,对品种适应遮荫环境的能力具有决定意义。

由图 3 可以看出,在中度遮荫下,朝晖生物量增加,增幅为 13.28%;早露蟠桃和 96-1-29 生物量减少,降幅分别为 9.19%、30.27%。重度遮荫下,朝晖、早露蟠桃和 96-1-29 生物量都显著下降,降幅分别为 71.56%、88.24%、91.58%,朝晖生物量下降最少。

### 2.7 桃幼树期净生物量增加与光合指标的相关性

由表 2 可以看出,不同光合指标的变化和桃幼树净生物量增加的相关性皆表现为中度遮荫下比重

力。

## 3 讨论

研究遮荫对 1 a 生桃幼树光合特性的影响。可

以看出,遮荫下,植株通过降低呼吸速率、光补偿点、叶绿素 a/b 的值,同时增大气孔导度和蒸腾速率等机制适应遮荫环境,在自身的生理调节下达到降低消耗、增加积累的目的,最终表现为生物重下降较少甚至有所上升。从试验中可看出桃品种间耐弱光能力具有很大差异,耐弱光品种朝晖通过光合调节适应遮荫能力较强,96-1-29 通过光合调节适应遮荫能力较弱。

由表 2 分析可知,各光合指标变化与净生物量的增加在中度遮荫下比重度遮荫下更密切,说明中度遮荫下,桃光合调节是其适应弱光的主要形式。重度遮荫下,一些指标如光补偿点的变化规律已不明显,可能此时植株启动了更复杂的生理适应机制或受到了逆境伤害的影响。因此在利用光合特性判断桃品种耐弱光性强弱时,建议在中度遮荫下判断才更为有效、合理。

由于植株耐弱光的机理比较复杂,不利于耐弱光指标的筛选研究,在实践中常综合多个因素进行植株耐弱光性判断,同时,不准确的耐弱光性判定又会对植株耐弱光机理研究产生一定影响。遮荫程度不同,植株耐弱光机理不同。中度遮荫下,植株通过

形态适应和光合调节主动适应环境,可以用叶绿素 a/b 的变化来衡量植株的耐弱光能力。重度遮荫下,植株的生理适应机制更为复杂,而且此时较难筛选出耐弱光性的判定指标,不利于试验的开展。因此在以后的试验中,研究重度遮荫下植株耐弱光机理及确定准确的耐弱光性判定指标是十分重要的。

#### 参考文献:

- [1] 李合生. 植物生理生化试验原理和技术[M]. 北京:高等教育出版社,2001.
- [2] 钱春桃,陈劲枫,庄飞云,等. 弱光条件下甜瓜种属间杂交新种的某些光合特性[J]. 植物生理学通讯,2002,38(4):336-338.
- [3] 朱龙英,徐梯惟. 番茄耐低温和耐弱光性能鉴定方法初探[J]. 上海农业学报,1998,14(1):45-50.
- [4] 张淑云,徐继忠,陈海江,等. 设施内外早露蟠桃光合特性的比较研究[J]. 河北农业大学学报,2002,25(3):41-44.
- [5] 刘贤赵,康绍忠. 番茄不同生育阶段遮荫对光合作用与产量的影响[J]. 园艺学报,2002,29(5):427-432.
- [6] 张玲丽,王辉,孙道杰,等. 两种不同穗型小麦品种光合生理特性研究[J]. 西北农林科技大学学报,2003,31(6):51-53
- [7] 睦晓蕾,蒋健箴,王志源,等. 弱光对甜椒不同品种光合特性的影响[J]. 园艺学报,1999,26(5):314-318.

为了人类的长治久安

半个世纪以来我们一直在种另一种“树”

2005 年,相信我们会做得更好

## 欢迎订阅 2005 年度《中国林业》(半月刊)

《中国林业》杂志是中国以生态建设报道为主的综合性半月刊。

上半月 A 版《专业版》:重点报道林业政策、经济分析、科技推广,着重林业行业阅读。

下半月 B 版《公众版》:重点报道生态文明、绿色人文、林业欣赏,着重社会公众阅读。

《中国林业》是集政策性、经济性、科学性、知识性及趣味性于一体的杂志,覆盖面广,信息量大。希望林业、农业、造纸、水利、环保、园林等行业的行政领导干部、科研人员、企业经理、个体业主、林农群众及相关人士加入本刊读者行列。

《中国林业》大 16 开本,52 页,每期售价 4.80 元,半年价 57.60 元,全年价 115.20 元(含邮资),国内外公开发行,国内出发代号:2-42,国外代号:M-386。欢迎广大读者及早在当地邮局和中国国际图书贸易总公司订阅,也可从当地邮局汇款接向本社订阅。如直接向本社订阅可收到意外的收获。

本刊地址:北京市和平门内大街 18 号

银行汇款单位:中国绿色时报社

邮政编码:100714

开户行:农业银行北京和平里分处

订阅电话:(010)84239280

传真:(010)84239280

联系人:钟建新