

3个设施或露地栽培常用杏品种光合特性的研究

王金政 张安宁 单守明

(山东省果树研究所, 泰安 271000)

摘要: ‘凯特’杏是目前山东果树设施栽培的主要品种, 一些地方也用 ‘金太阳’杏和 ‘大果’杏等品种进行设施栽培。通过测定露地栽培 6年生凯特、金太阳和大果杏的光合特性, 对其进行了评价比较。结果显示: 凯特、金太阳和大果杏的光补偿点分别是 42、39和 46 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 光饱和点分别是 1 050、1 452和 965 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 3个品种的 CO_2 补偿点和饱和点分别是 60.3、87.5和 66.7 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 682、856和 973 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。温室中的光照能够达到凯特、大果杏的光饱和点, 在光饱和点时凯特的光合速率约是大果杏的 2倍, 大果杏的光合需要更高的 CO_2 。普通温室的光照几乎不能达到金太阳的光饱和点, 尽管金太阳的光合速率在更高的光照条件下更高。由此可见凯特更适于温室栽培, 而金太阳则需要光照条件更好的温室。

关键词: 杏; 设施栽培; 光合作用; 二氧化碳; 水分利用率

中图分类号: S 662.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 0513-353X (2005) 06-0980-05

Studies on Photosynthetic Characters of Three Apricot Cultivars Suitable for Plastic Greenhouse

Wang Jinzheng, Zhang Anning, and Shan Shouming
(Shandong Institute of Pomology, Tai'an 271000, China)

Abstract: ‘Katy’ is the main apricot (*Prunus ameniaca* L.) cultivar for plastic greenhouse cultivation presently in Shandong province. Other cultivars, such as ‘Golden Sun’ and ‘Daguo’, are also used for plastic greenhouse in some places. Present papers tried to evaluate these three apricot cultivars by measuring photosynthetic characters in the open field with 3-year-old trees. The results showed that light compensation points were 42, 39 and 46 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, while light saturation points were 1 050, 1 452 and 965 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ in Katy, Golden Sun and Daguo, respectively. CO_2 compensation point and CO_2 saturation point were 60.3, 87.5 and 66.7 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, and 682, 856 and 973 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, respectively, in the three cultivars. Light intensity might reach the light compensation points of Katy and Daguo in plastic greenhouse. Photosynthetic rate of Katy was as two times as that of Daguo in their light compensation points probably because of a higher requirement of CO_2 for Daguo. The normal plastic greenhouse could hardly meet the light requirement of Golden Sun although it showed a high photosynthetic rate in high light condition. It is suggested that Katy is suitable for normal plastic greenhouse in Shandong province while Golden Sun should be suitable for the greenhouse with good light condition.

Key words: Apricot; Protected cultivation; Photosynthesis; CO_2 ; Water useful efficient

目前有关核桃、柿子、银杏、葡萄、枣、梨和苹果等果树的光合特性研究较多^[1~7], 而对适宜设施栽培的树种和品种的光合特性研究较少, 只有部分桃、葡萄和蔬菜品种有报道^[8, 9], 这样指导实际生产缺乏理论依据。杏树设施栽培近年来发展较快, 经济效益高。‘凯特’、‘金太阳’是杏树设施栽培中的主栽品种, 凯特的栽培面积占 90%左右, 金太阳占 10%左右, 极少数地方曾用国产品种大果、红荷包、红丰和新世纪等, 其中大果表现相对较好, 设施栽培成功

收稿日期: 2005 - 01 - 09; 修回日期: 2005 - 06 - 10

基金项目: 国家科技部农业科技成果转化资金项目 (02EFN216901212)

率较高。作者对大果与凯特、金太阳的光合特性进行比较研究,以便为生产技术的改进提供一定的理论依据。

1 材料与方法

试验于2004年在山东省果树研究所试验场果园进行,选6年生的凯特、金太阳和大果为试材,砧木均为山杏(*Prunus ameniaca* var. *ansu* Maxim.),土壤为平原沙壤土, pH 6.9,有机质含量1%。露天栽植,正常管理水平。

于2004年6月15~20日选3个晴天,在树冠东南方向的中上部选取当年生长健壮、叶龄一致的6片叶为试材,于上午9~10时用英国产CRAS-2型便携式光合测定仪及其光与CO₂控制单元,分别测定光照和CO₂对光合作用的响应曲线。测定时,CO₂的浓度为350 $\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$,叶温为25℃。在测定CO₂对光合作用的相应曲线时,有效光辐射为1000 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,叶温为25℃。测定某一因子的影响时,其它因子相对一致。于6~18时每2h在开路系统下测定净光合速率(Pn)、光合有效辐射(PAR)、叶温(Tc)、大气CO₂浓度等参数。于2004年4月、6月、8月和10月的15日左右选择一晴天上午9~11时测定Pn值的季节性变化。

2 结果与分析

2.1 3个杏品种的光合作用对光和CO₂浓度的响应

由图1可以看出,在光强小于80 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 时,3个品种的Pn都较低且差别不大;随着光强的增加,Pn均相应升高,在相同的光照强度下,凯特的Pn最高,其次为金太阳,大果最低。光强达到光饱和点时,凯特的Pn是金太阳的1.32倍,是大果的2倍。过高的光强对凯特的光合作用有明显的抑制作用,而对金太阳和大果的影响不大。

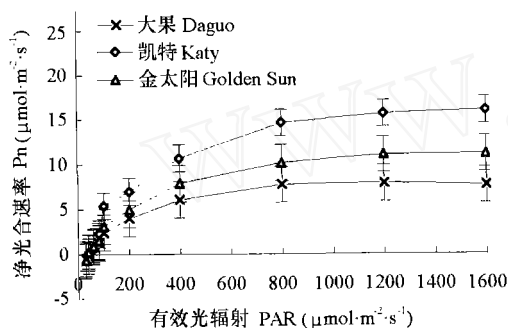


图1 3个杏品种光合作用的光响应

Fig. 1 The response of Pn to PAR in three apricot cultivars

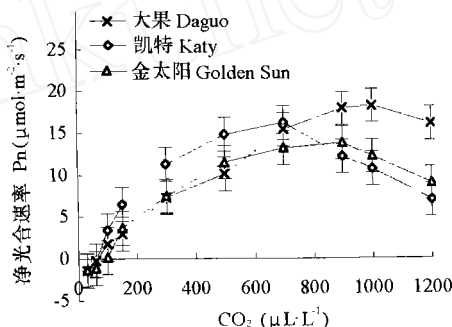


图2 3个杏品种光合作用的CO₂响应

Fig. 2 The response of Pn to CO₂ in three apricot cultivars

不同的CO₂浓度对3个品种的光合作用有不同的影响(图2),凯特和大果杏的CO₂补偿点明显低于金太阳杏,随着CO₂浓度的升高,Pn也升高,CO₂浓度达到500 $\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ 之前,在相同光强和CO₂浓度下,以凯特的Pn最高,大果和金太阳Pn相当。过高的CO₂浓度对3个品种的Pn也有抑制作用。

2.2 3个杏树品种的需光特性

如表1所示,3个品种的光补偿点有所差异。大果的光饱和点最低,金太阳最高。凯特的最大光合速率最高,其次为金太阳,大果的最低。

3个品种的CO₂补偿点差异较大(表2),凯特的CO₂补偿点和饱和点最低,金太阳的CO₂补偿点最高,而大果的CO₂饱和点最高。当达到CO₂饱和点时,大果的Pn最高,是金太阳的1.3倍,是凯特的1.1倍。

表 1 3个杏品种的光补偿点、饱和点和光合速率

Table 1 Light compensation point, light saturation point and photosynthetic rate in three apricots cultivars

品种 Cultivar	光 Light 补偿点 饱和点 Compensation point Saturation point		光饱和时 Pn Pn at light saturation point
	补偿点 Compensation point	饱和点 Saturation point	
凯特 Katy	42b	1 050b	16.1a
大果 Dagu	46a	965c	8.01c
金太阳 Golden Sun	39c	1 452a	12.2b

注:小写字母代表 $\alpha=0.05$ 的显著水平(光补偿点和光饱和点为实测值,非函数值)。

Note: Small letter means significant at 5% level (the data of light compensation point and light saturation point is measured truly, not functional ones).

表 2 3个杏品种的二氧化碳补偿点、饱和点和光合速率

Table 2 CO₂ compensation point, CO₂ saturation point and photosynthetic rate in three apricot cultivars

品种 Cultivar	CO ₂ 补偿点 饱和点 Compensation point Saturation point		CO ₂ 饱和时 Pn Pn at CO ₂ saturation point
	补偿点 Compensation point	饱和点 Saturation point	
凯特 Katy	60.3c	682c	17.1b
大果 Dagu	66.7b	973a	18.5a
金太阳 Golden Sun	87.5a	856b	14.2c

注:小写字母代表 $\alpha=0.05$ 的显著水平(CO₂补偿点和饱和点为实测值,非函数值)。

Note: Small letter means significant at 5% level (the data of CO₂ compensation point and CO₂ saturation point is measured truly, not functional ones).

2.3 3个杏树品种 Pn的日变化与季节性变化

3个杏品种 Pn的日变化(图3)都呈双峰曲线式变化,在11时和15时左右它们的 Pn最高。对于金太阳来说光合午休现象不明显,而凯特和大果的光合午休现象明显。在9~17时凯特的 Pn高于金太阳和大果。

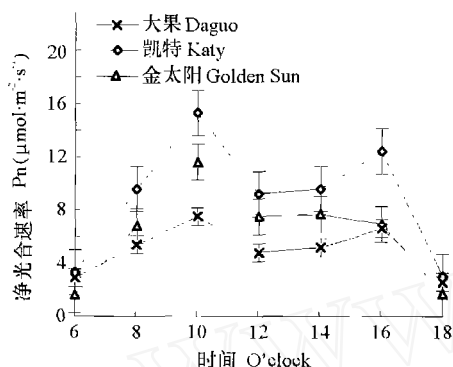


图3 3个杏品种叶片 Pn 的日变化

Fig. 3 Diurnal variation of Pn in three apricot cultivars' leaves

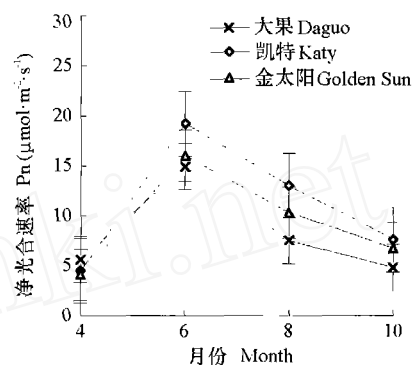


图4 3个杏品种叶片 Pn 的季节性变化

Fig. 4 Seasonal variation of Pn in three apricot cultivars' leaves

在4月份,3个品种的 Pn较低(图4);6月份是3个品种果实膨大和成熟时期,此时3品种叶片的 Pn最高,以后随着果实的成熟和采摘, Pn逐渐下降,但仍保持一定的光合强度。6~10月份凯特的 Pn最高,大果杏最低。

2.4 3个杏品种在不同光照强度下的水分利用效率

在不同光强下3个品种的水分利用效率如图5所示,在低光强下它们的水分利用效率相似,当光强大于 $80 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 时,凯特和大果的水分利用效率比金太阳高,随着光强的增大它们的水分利用效率上升。当光强达到 $1200 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 时3个品种的水分利用效率都达到最大值,之后随着光强的增强水分利用效率都开始下降。总的来看金太阳的水分利用效率最低,其最大值是 $2.8 \mu\text{mol} \cdot \text{mmol}^{-1}$;而凯特的最大水分利用效率是 $5.22 \mu\text{mol} \cdot \text{mmol}^{-1}$,是金太阳的

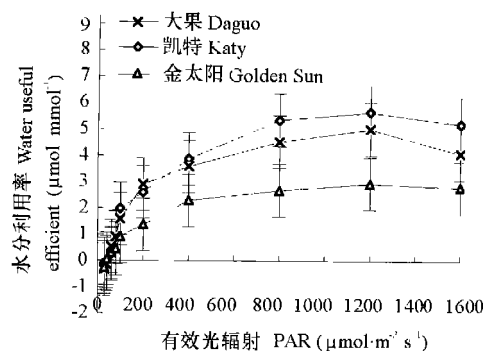


图5 在不同光强下3个杏品种叶片的水分利用效率

Fig. 5 The response curve of water useful efficient to PAR in three apricot cultivars' leaves

1.86倍,是大果的1.27倍。当光强高于 $400 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 时凯特的水分利用效率明显高于大果。

3 讨论

3.1 光强与光合作用

在设施环境条件下,低光照、低 CO_2 浓度和高湿度是影响作物生长发育的主要因素。为了提高果树设施栽培的产量和品质,在选用品种方面必须考虑到品种的光合特性和水分利用情况以降低成本,简化设施栽培技术的环节。本试验结果表明,在3个杏树品种中,以大果的光饱和点最低,凯特与其相差不大,但是在相同的光照条件下,凯特的 P_n 显著的高于大果,在光饱和点凯特的 P_n 几乎是 大果的2倍,因凯特和大果对光照强度的要求相对较低,在生产上可以适当密植以提高产量。在设施栽培条件下覆盖物的透光率为60%~90%,中午设施内的光有效辐射为 $1\,200 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 左右^[10],因此设施内的光照能达到凯特和大果的光饱和点,但达不到金太阳的光饱和点,所以设施栽培条件下对凯特不利的因素可能是光照时间不足,而不是光照强度不足。由于金太阳有着较低的光补偿点和较高的光饱和点,但是 P_n 较低,所以金太阳适合于光照充足的栽培条件,在设施栽培条件下,需选择光照充足、阴天较少的地区。

杏树的生长后期是花芽分化的关键时期之一^[11],此时秋梢已停止生长,叶片制造的碳水化合物主要用于养分的回流和花芽发育。秋季杏叶片的光合作用强,制造的同化物多,雌蕊分化的质量高,坐果率高,畸形率也低^[11]。在秋季,由于凯特比金太阳 P_n 高,有利于树体贮存足够的养分,提高花芽的质量。经多年的试验也证明凯特的花芽质量高于金太阳和大果,且花芽数量多,败育率低,坐果率高。

过高的光强对光合作用有抑制作用,可能是高光强破坏了光合系统,或是 CO_2 供应不足,或是同化物来不及运输等原因所致^[12]。

3.2 CO_2 浓度与光合作用

凯特有着较低的 CO_2 补偿点和饱和点,在 CO_2 浓度和光照条件相同时其光合速率也较高,其次为大果,这说明凯特和大果适合于低 CO_2 的环境条件。但是大果在其 CO_2 饱和点处的 P_n 最高,说明在正常生产条件下,影响大果 P_n 的主要因素可能是 CO_2 浓度,在高 CO_2 浓度下有较高的生产潜力。在设施环境条件下 CO_2 浓度较低,一天中的变化幅度较大^[10]。本试验结果表明,凯特比大果和金太阳更适宜于低 CO_2 条件,施用较少的 CO_2 能取得更大的收益,这也降低了生产成本并能提高产量。

过高的 CO_2 浓度对杏光合作用的抑制作用也很大, P_n 的下降可能是叶片中同化物来不及运输从而积累,反馈抑制了光合作用^[13]。一般设施环境中 CO_2 浓度在 $200 \sim 1\,000 \mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ 之间,早上最高,约为 $1\,000 \mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$,中午最低,为 $200 \mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ 左右^[10],所以在中午时施用 CO_2 或进行通风换气会明显的改善光合条件,提高光合效率,但也应注意不要施用过高的 CO_2 ,防止发生抑制作用和增加成本。

3.3 光合作用和水分利用效率

在3个杏品种中,大果和凯特的水分利用效率均高于金太阳,说明这两个品种在合成等量同化物的前提下水的用量最少;在相对干旱的环境条件下,大果和凯特生长发育的更好。

参考文献:

- 1 王红霞,张志华,玄立春. 果树光合作用研究进展. 河北农业大学学报, 2003, 26 (5): 49~52
Wang H X, Zhang Z H, Xuan L C. Advances in research of photosynthesis in fruit trees. Journal of Agricultural University of Hebei, 2003, 26 (5): 49~52 (in Chinese)
- 2 陶俊,陈鹏. 银杏光合特性的研究. 园艺学报, 1999, 26 (3): 154~156
Tao J, Chen P. Studies on the photosynthetic characteristics of ginkgo. Acta Horticulturae Sinica, 1999, 26 (3): 154~156 (in Chinese)
- 3 王文江,刘永居,王永慧. 大磨盘柿树光合特性的研究. 园艺学报, 1993, 20 (2): 105~110
Wang W J, Liu Y J, Wang Y H. Studies on the photosynthetic characteristics of persimmon. Acta Horticulturae Sinica, 1993, 20 (2):

- 105 ~ 110 (in Chinese)
- 4 王永慧, 李保国. 枣树光合特性的研究. 华北农学报, 1990, 5 (2): 65 ~ 70
Wang Y H, Li B G. Studies on the photosynthetic characteristics of date tree. Journal of North China Agriculture, 1990, 5 (2): 65 ~ 70 (in Chinese)
- 5 杨建民, 王忠英. 短枝型与普通型苹果叶片光合特性比较研究. 中国农业科学, 1994, 27 (4): 32 ~ 36
Yang J M, Wang Z Y. Comparatives studies on the photosynthetic properties of spur-type and ordinary apple trees. Scientia Agricultura Sinica, 1994, 27 (4): 32 ~ 36 (in Chinese)
- 6 杨建民, 张国良, 张林平, 王进茂, 黄文玉. 李幼树光合特性研究. 园艺学报, 1997, 24 (2): 381 ~ 382
Yang J M, Zhang G L, Zhang L P, Wang J M, Huang W Y. Photosynthetic characteristics of young *Prunus salicina*. Acta Horticulturae Sinica, 1997, 24 (2): 381 ~ 382 (in Chinese)
- 7 赵宗方, 凌裕平, 吴建华. 梨树的光合特性. 果树科学, 1993, 10 (3): 154 ~ 156
Zhao Z F, Ling Y P, Wu J H. The photosynthetic characteristics of pear trees. Journal of Fruit Science, 1993, 10 (3): 154 ~ 156 (in Chinese)
- 8 张淑云, 徐继忠, 陈海江, 刘铁铮. 温室栽培桃光合特性研究. 河北农业大学学报, 2003, 26 (3): 57 ~ 61
Zhang S U, Xu J Z, Chen H J, Liu T Z. A Comparative research on photosynthesis of Zaofengwang and Zaolupan peach grown inside greenhouse. Journal of Agricultural University of Hebei, 2003, 26 (3): 57 ~ 61 (in Chinese)
- 9 艾希珍, 张振贤, 杨秀华. 一些蔬菜作物光合与蒸腾特性研究. 园艺学报, 2000, 27 (5): 371 ~ 373
Ai X Z, Zhang Z X, Yang X H. The characteristics of photosynthesis and transpiration in some vegetable crops. Acta Horticulturae Sinica, 2000, 27 (5): 371 ~ 373 (in Chinese)
- 10 张福漫. 设施园艺学. 北京: 中国农业大学出版社, 2003. 125 ~ 184
Zhang F M. Protected cultivation horticulture. Beijing: China Agricultural University Press, 2003. 125 ~ 184 (in Chinese)
- 11 李利红, 马锋旺, 白 静, 李 玲. 杏花芽分化后期碳素同化物的分配. 果树学报, 2004, 21 (1): 73 ~ 75
Li L H, Ma F W, Bai J, Li L. Studies on the distribution of carbon assimilation in different apricot varieties during flower bud differentiation. Journal of Fruit Science, 2004, 21 (1): 73 ~ 75 (in Chinese)
- 12 Demmig-Adams B, Adams W W. Photoprotection and other responses of plant to high light stress. Ann. Rev. Plant Mol. Biol., 1992, 43: 599 ~ 562
- 13 Koch K E, Wu Y, Xu J. Sugar and metabolic regulation of genes for sucrose metabolism: potential influence of maize sucrose synthase and soluble invertase responses on carbon partitioning and sugar sensing. J. Exp. Bot., 1996, 47: 1179 ~ 1185

新书推荐

《中国蔬菜品种志》

本书由中国农业科学院蔬菜花卉研究所主编, 已于 2002 年 9 月出版发行。全书分上、下卷, 1 ~ 6 章为上卷, 包括根菜类、白菜类、芥菜类、甘蓝类、绿叶菜类及葱蒜类, 计 2263 个品种, 1347 页; 7 ~ 12 章为下卷, 包括瓜类、茄果类、豆类、薯芋类、水生蔬菜类和多年生蔬菜类, 计 2550 个品种, 1177 页。入志的品种中, 地方品种占 90% 以上, 少量在全国栽培时间较长、种植面积较大的一代杂种也选入其中。本书较全面系统而又有重点地反映了中国丰富的蔬菜品种资源概貌、研究成果及育种水平, 可供蔬菜科研、教学、生产及种子企业、农业行政单位的人员参考。本书出版后受到读者普遍好评, 现尚有少量存书, 特以优惠价格 490 元 (上、下卷) 提供给读者 (原价 980 元)。

《中国蔬菜实用新技术大全》

《中国蔬菜实用新技术大全》由北京科学技术出版社出版, 分南方蔬菜卷 (120 万字) 和北方蔬菜卷 (170 万字), 每卷均有白菜类、根菜类、甘蓝类、芥菜类、茄果类、豆类、瓜类、葱蒜类、绿叶菜类、薯芋类、水生蔬菜类、多年生蔬菜类、野生蔬菜类、芽苗菜类、食用菌、设施栽培、蔬菜产品及种子质量标准等 17 章, 每章包括优良品种、栽培技术、采收、贮藏、运输及加工等内容 (南方卷和北方卷各有侧重)。定价: 南方卷 198 元, 北方卷 228 元。

购书者请通过邮局汇款至北京中关村南大街 12 号中国农科院蔬菜花卉所《园艺学报》编辑部, 邮编 100081。