

黑河中游沙荒地珍珠油杏夏季光合作用日变化规律研究

周德峰¹, 韩多红^{2*}, 孟好军³, 赵涛⁴, 郭徽⁴

(1. 甘州区西城驿林场, 甘肃 张掖 734000; 2. 河西学院生命科学与工程学院, 甘肃 张掖 734000; 3. 甘肃省祁连山水源涵养林研究院, 甘肃 张掖 734000); 4. 甘州区石岗墩天然植被管护站, 甘肃 张掖 734000)

摘要:应用LI-6400XT便携式光合作用测定系统,对黑河中游沙荒地栽植的珍珠油杏夏季晴天的叶片净光合速率(Pn)、气孔导度(Gs)、蒸腾速率(Tr)等生理因子的日变化进程及其相互关系进行研究。结果表明:珍珠油杏叶片净光合速率日变化呈现出“双峰”曲线,存在明显的光合“午休”现象;气孔导度也呈现“双峰”型曲线变化规律;水分利用效率(WUE)与叶片蒸腾速率之间呈负相关关系。影响光合作用变化的因素既有气孔限制因素,也有非气孔限制因素。

关键词:黑河中游;珍珠油杏;光合作用;日变化规律

中图分类号:S662.2

文献标识码:A

文章编号:2096-5877(2022)03-0128-03

Study on Summer Diurnal Variation of Photosynthesis of Zhenzhuyouxing Apricot in Sandy Wasteland of Middle Heihe River

ZHOU Defeng¹, HAN Duohong^{2*}, MENG Haojun³, ZHAO Tao⁴, GUO Hui⁴

(1. Forest Farm of Xichengyi, Zhangye 734000; 2. College of life sciences and engineering, Hexi University, Zhangye 734000; 3. Academy of Water Resources Conservation Forests in Qilian Mountains of Gansu Province, Zhangye 734000; 4. Shigangdun Natural Vegetation Management and Protection Station, Zhangye 734000, China)

Abstract: Using LI-6400XT portable photosynthetic measurement system, the diurnal variation process and their correlation of physiological factors such as Pn, Gs and Tr of Zhenzhuyouxing apricot planted in sandy wastelands in the middle reaches of Heihe River were studied. The results showed that the diurnal variation of Pn in the leaves of Zhenzhuyouxing apricot presented a bimodal curve, and there was an obvious photosynthetic "siesta" phenomenon. Gs also showed a bimodal curve. There was a negative correlation between WUE and Tr. The factors affecting photosynthesis include both stomatal and non-stomatal restriction.

Key words: Middle Heihe River; Zhenzhuyouxing apricot; Photosynthesis; Diurnal variation rule

珍珠油杏是1985年在泰沂山脉旋崮山发现的,属杏变异品种,落叶小乔木^[1]。果实成熟后果面橙黄色,着色均匀,表面光滑似一层油脂,果实耐贮运,鲜食、制干、仁用均可^[2]。2010年,在黑河中游的张掖市引种了珍珠油杏,并大力推广栽培,面积已达1 000 hm²以上。目前,对珍珠油杏的研究主要集中在栽培技术^[1-3]、果实营养成分^[4-5]等方面,而关于珍珠油杏光合日变化的研究鲜有报道。对珍珠油杏叶片光合作用在夏季日变化规律及其相互关系进行研究,可了解其生理生态

特性,掌握其光合生产力,为栽培生产提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 试验区自然概况

试验区甘肃省张掖市甘州区碱滩镇金满园杏良种示范基地位于黑河中游沙荒区域,属于干旱半干旱荒漠区,为典型大陆性干旱荒漠气候,干旱少雨、温差大、风大沙多。年均气温7.3℃,年降水量130.4 mm,年蒸发量2 002.5 mm,年均相对湿度52%,全年日照时数3 065.6 h,无霜期156 d,年平均沙尘暴日数3.9 d,年平均风速2.0 m/s。主要灾害性天气有干旱、干热风、低温冻害、晚霜冻、大风和沙尘暴等,土壤基质为疏松、贫瘠的沙土,pH8.7。

收稿日期:2019-08-29

基金项目:甘肃省林业和草原科技计划项目(2018kj018)

作者简介:周德峰(1972-),男,高级工程师,主要从事经济林、苗木培育等研究。

通讯作者:韩多红,男,教授,E-mail: handuohong@163.com

1.2 试验材料

在试验样地里随机选取5年生健康状况良好的珍珠油杏,选择林冠中层向阳方向并充分展开的叶片作为测定材料。

1.3 试验方法

采用LI-6400XT便携式光合测定系统观测自然光条件下珍珠油杏光合速率及环境因子的日变化,选择晴天无云、太阳辐射强的天气条件测定,选择样树3株,每株测定3~5片叶子,重复记录20个观测值,取其平均值。从7:00开始,每隔2 h测试1次,19:00结束,测定净光合速率(P_n)、蒸腾速率(T_r)、胞间 CO_2 浓度(C_i)、气孔导度(G_s)、水分利用效率(WUE)、叶片饱和水汽压差(VPD)、光合有效辐射(PAR)、大气温度(T_a)、叶片温度(T_l)、叶室温度(T_{cuv})等指标。

1.4 数据处理

采用SPSS 20.0统计分析软件进行单因素方差分析(One-way ANOVA)和多重比较(Duncan's),采用Excel 2010软件进行绘图。

2 结果与分析

2.1 环境因子平均日变化

由表1可以看出,晴天光合有效辐射的日变化呈单峰型曲线,高峰期在13:00~15:00,其值均在 $1\ 000\ \mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ 以上。大气温度、叶片温度和叶室温度的日变化趋势基本一致,均为单峰型曲线,最高温度出现在15:00左右,19:00温度仍然在 $28\ ^\circ\text{C}$ 以上,这与试验区的夏天日照有关。

表1 环境因子平均日变化

时间	光合有效辐射 [$\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$]	大气温度 ($^\circ\text{C}$)	叶片温度 ($^\circ\text{C}$)	叶室温度 ($^\circ\text{C}$)
7:00	140.29	20.21	20.21	20.14
9:00	354.34	24.33	24.33	24.23
11:00	742.27	29.84	29.84	29.71
13:00	1 836.44	34.29	34.29	33.82
15:00	1 621.26	36.48	36.48	36.13
17:00	966.31	33.27	33.27	33.05
19:00	628.49	28.53	28.53	28.51

2.2 净光合速率日变化

光合作用是植物体内有机物质合成的重要反应,叶片净光合速率的高低,对有机物质合成、运输及积累具有重要意义^[6]。由图1可知,珍珠油杏的净光合速率日变化过程表现为“双峰”型曲线,第一个峰值出现在9:00,为 $14.27\ \mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$;第2个峰值出现在17:00,为 $5.57\ \mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$,第二峰

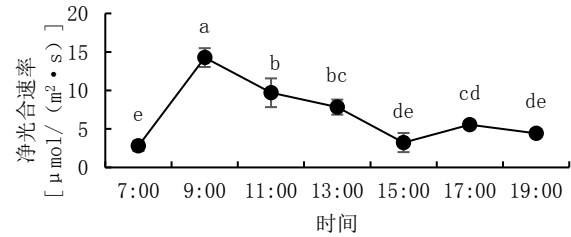


图1 净光合速率日变化

值比第一峰值低 $8.70\ \mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$,2个峰值间存在显著性差异($P < 0.05$)。

2.3 蒸腾速率日变化

植物的蒸腾作用进程与光合作用关系密切,蒸腾作用通过运输矿物质调节叶面温度、供应光合作用所需的水分等^[7]。由图2可知,9:00和13:00,珍珠油杏的叶片蒸腾速率出现2个峰值,均超过 $5.0\ \text{mmol}/(\text{m}^2\cdot\text{g})$ 。13:00以后,蒸腾速率急剧下降,并在15:00降至最低点,为 $1.86\ \text{mmol}/(\text{m}^2\cdot\text{g})$ 。15:00以后,蒸腾速率出现了小幅度的上升,但15:00与17:00和19:00间无显著性差异($P > 0.05$)。

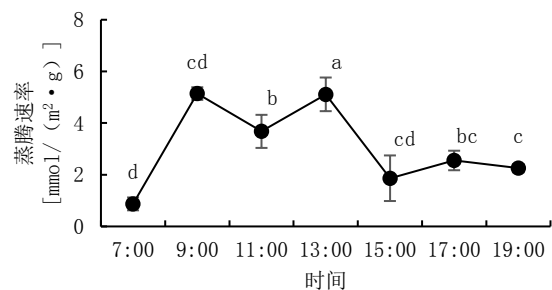


图2 蒸腾速率日变化

2.4 气孔导度日变化

气孔导度表示气孔开张的程度,它对作物的光合作用、呼吸作用及蒸腾作用具有一定的影响^[8]。由图3可知,珍珠油杏的气孔导度呈“双峰”曲线,从7:00开始逐渐增高,至9:00出现第一次峰值,为 $105.33\ \text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$;13:00出现了第二次峰值,为 $77.33\ \text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$;15:00~19:00的变化幅度不大,不存在显著性差异($P > 0.05$)。

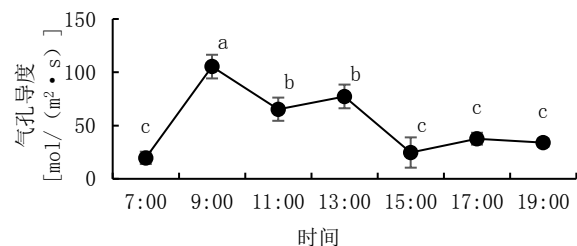


图3 气孔导度日变化

2.5 胞间 CO_2 浓度日变化

外界 CO_2 进入植物叶片细胞过程中所受到的

不同阻力、驱动力,以及呼吸作用及叶肉细胞内光合作用最终平衡的结果是植物胞间 CO_2 浓度^[9]。由图4可知,珍珠油杏胞间 CO_2 浓度(Ci)7:00~11:00,呈逐渐下降趋势;13:00~17:00出现了第二次下降现象。7:00和13:00胞间 CO_2 浓度值均较高,在 $150 \mu\text{mol/mol}$ 左右。

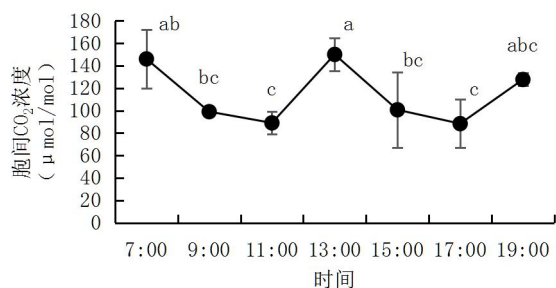


图4 胞间 CO_2 浓度日变化

2.6 水分利用效率日变化

水分利用效率是植物消耗单位重量水分所固定的 CO_2 的量,表示植物对水分的利用水平,是植物光合、蒸腾特性的综合反映^[10]。由图5可知,珍珠油杏水分利用效率的日变化曲线呈“单峰”型,7:00~13:00,出现了逐渐下降的趋势;15:00~17:00,出现了缓慢升高的趋势,但幅度较小。

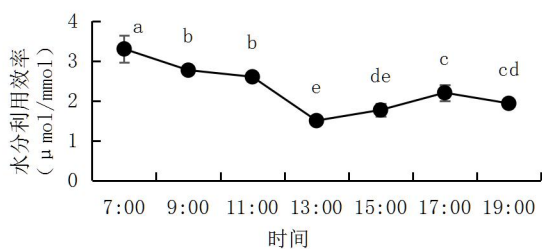


图5 水分利用效率日变化

2.7 饱和水汽压差日变化

由图6可以看出,珍珠油杏的饱和水汽压差7:00~15:00,呈现单边上升的趋势,15:00出现最大值,为 6.27 kPa ;15:00~19:00,出现了小幅度的下降。

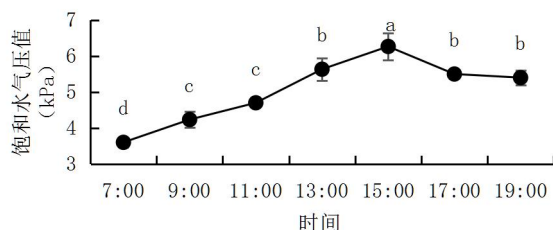


图6 饱和水汽压差日变化

3 讨论

净光合速率、蒸腾速率、气孔导度是反映植物

光合能力的主要指标^[11]。影响植物光合作用的外界条件不断发生变化,所以光合速率在一天中也会发生变化。光合过程一般与太阳辐射进程存在一定相关性。植物的光合作用不仅受到环境因子的影响,同时还受到内在生理因子的调节。

在本试验中,珍珠油杏叶片净光合速率日变化呈现出“双峰”曲线,在中午出现低谷,存在明显的光合午休现象。水分利用效率在7:00~13:00呈现逐渐下降的趋势,与叶片蒸腾速率在此期间逐渐升高有关,二者之间呈负相关关系,表明水分利用效率的降低是由于叶片蒸腾失水增加引起的。光照和温度对珍珠油杏光合作用有一定的影响,7:00~11:00和15:00~19:00,净光合速率的变化是由气孔限制因素引起的;但11:00~15:00,净光合速率的变化则是由叶肉细胞光合活性变化导致的非气孔限制因素引起的。

综上,在生产上栽培珍珠油杏时,可确定适宜株行距,促进通风透光,促进其光合效能,提高果实的产量和品质。

参考文献:

- [1] 鲁延芳,占玉芳,甄伟玲,等.珍珠油杏全穗封蜡嫁接育苗技术研究[J].林业科技,2018,43(6):35-37.
- [2] 冯军仁,钱万建,郭爱,等.珍珠油杏在甘肃张掖的引种表现与高效栽培技术[J].中国果树,2015(3):61-63.
- [3] 付信芝,高秀兰,徐建玲.临沂市珍珠油杏优质丰产栽培技术[J].农技服务,2019,36(3):72-73.
- [4] 李桂云,史修柱,徐守国,等.珍珠油杏低糖杏酱加工工艺研究[J].落叶果树,2017,49(6):12-13.
- [5] 黄永红,史修柱,李桂云,等.珍珠油杏罐头加工工艺研究[J].落叶果树,2017,49(5):21-22.
- [6] 闫伟平,赵洪祥,张丽华,等.半干旱区温度变化对不同密度玉米植株光合作用的影响[J].吉林农业科学,2015,40(5):14-20.
- [7] 花东来,石国亮,陈奇凌,等.天山北麓鲜枣光合特性及水分利用率的日变化研究[J].吉林农业科学,2014,39(3):74-78.
- [8] 孙君艳,李淑梅,张淮,等.自然干旱条件下叶面喷施Zn、Mo肥对玉米光合特性的影响[J].东北农业科学,2016,41(1):9-13.
- [9] 张斌,马瑞娟,沈志军,等.窄叶桃叶片秋季光合特性研究[J].果树学报,2011,28(5):763-769.
- [10] 陈彤,柯世省,张阿英.木荷夏季气体交换、光能和水利用效率的日变化[J].天津师范大学学报,2005,25(4):28-31.
- [11] 房玉林,惠竹梅,陈洁,等.水分胁迫对葡萄光合特性的影响[J].干旱地区农业研究,2006,24(2):135-138.

(责任编辑:刘洪霞)