

香梨不同生长期光合特性日变化研究

柴仲平¹, 王雪梅², 陈波浪¹, 孙霞¹, 盛建东¹, 皇孝振¹

(1. 新疆农业大学 草业与环境科学学院, 新疆 乌鲁木齐 830052; 2. 新疆师范大学 地理科学与旅游学院, 新疆 乌鲁木齐 830054)

摘 要:以 20 a 树龄的库尔勒香梨为试材, 在田间条件下, 利用 CIRAS-2 型光合仪对库尔勒香梨不同生长期(坐果期和膨果期)光合特性日变化进行了测定。结果表明: 香梨叶片净光合速率日变化为双峰曲线, 具有光合“午休”现象; 气孔导度和气孔限制值日变化与净光合速率日变化基本保持一致, 呈双峰型; 胞间 CO_2 浓度日变化与净光合速率相反, 呈双谷型; 蒸腾速率日变化曲线呈单峰型; 水分利用效率日变化则呈单谷型。不同生长期香梨光合特性有明显差异, 膨果期香梨叶片叶绿素含量、叶面积指数、净光合速率、蒸腾速率、气孔导度和气孔限制值都比坐果期高, 胞间 CO_2 浓度比坐果期低。水分利用效率在 1 d 之内有明显差异, 11:30~13:30 时膨果期低于坐果期, 15:30~19:30 时膨果期高于坐果期。

关键词: 库尔勒香梨; 生长期; 光合特性; 日变化

中图分类号: S 661.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2013)06-0001-05

光合作用形成的物质是树体生长和果实产量的基础, 是构成果品品质的决定性因素。已有许多学者对各类果树光合特性进行了大量的研究^[1-6], 成为果树生理的重点研究方向。自然条件下, 果树叶片的光合特性主要受光强、大气 CO_2 浓度、大气温度以及大气相对湿度等环境因子的影响, 同时外部环境因子水、肥、气、热、光的变化还可引起果树内在生理因子变化, 外部环境条件和内部生理因子共同作用对果树光合作用特性产生影响^[7-8]。在梨光合作用方面, 研究个别品种的光合速率和光合日变化较多^[9-14], 已有研究认为, 梨不同品种在饱和光强下的净光合速率大小有差异^[15]; 梨不同品种的净光合速率也不同^[16], 晴天和阴天梨的净光合速率日变化曲线表现不一^[11]; 不同季节梨净光合速率日变化曲线也有差异^[9, 12]。在逆境条件下梨净光合速率日变化曲线会发生变化^[6]。库尔勒香梨属地方优良品种, 是新疆主栽梨品种, 目前在新疆南部干旱荒漠大陆性气候条件下, 针对库尔勒香梨不同生长期光合生理特性的比较尚鲜见报道。为此, 该研究在田间科学施肥的基础上, 测定

与分析了香梨不同生长期(坐果期和膨果期)光合生理特性的变化特点, 探讨香梨叶片光合作用对环境因子的响应程度及适应机制。以期在生产上提高香梨光合效率, 进而为提高果品产量、改善果品品质提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地选在新疆库尔勒市恰尔巴格乡下和什巴格村 5 队(北纬 $41^{\circ}48'21''$, 东经 $86^{\circ}04'22''$), 海拔 918.7 m, 地处天山南麓, 塔里木盆地东北边缘, 孔雀河冲洪积平原上。属暖温带大陆性干旱气候, 年平均气温 $14\sim 15^{\circ}\text{C}$, 年降水量 $50\sim 55\text{ mm}$, 年最大蒸发量为 $2\ 788.2\text{ mm}$ 。年总辐射 $6\ 343\text{ MJ/m}^2$, 日照时数 $2\ 889\text{ h}$, $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 积温平均为 $4\ 700^{\circ}\text{C}$, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温 $4\ 278^{\circ}\text{C}$, 无霜期 $180\sim 200\text{ d}$ 。主导风向东北风, 土壤类型主要为粘壤土。

1.2 试验材料

供试树种为 20 a 树龄的香梨(*Pyrus bretschneideri* Rehd.), 嫁接砧木为杜梨(*Pyrus betuli folia* Bge.), 株行距 $5\text{ m}\times 6\text{ m}$ 。5~6 株果树为 1 个处理, 3 次重复。整个试验小区土壤肥力、水分等条件相近, 立地条件较为一致, 树势长势良好。在香梨整个生育期施 N 300 kg/hm^2 、 P_2O_5 300 kg/hm^2 , K_2O 60 kg/hm^2 。肥料选用尿素(含 N 46%)、重过磷酸钙(含 P_2O_5 46%)和硫酸钾(含 K_2O 51%)。尿素施用量以 60% 在果树萌芽前施用, 剩余 40% 在膨果前期追施。磷肥和钾肥在萌芽前一次性施入, 施用方式为沟施。采用常规灌溉, 其它田间管理与当地果园管理相同。

第一作者简介: 柴仲平(1974-), 男, 甘肃永昌人, 博士, 副教授, 研究方向为土壤质量及植物营养。E-mail: zhongpingchai@yahoo.com.cn.

责任作者: 盛建东(1970-), 男, 甘肃秦安人, 博士, 教授, 研究方向为土壤质量空间变异和养分资源高效利用。E-mail: sjd_2004@126.com.

基金项目: 新疆自治区“十二五”科技计划资助项目(201130102-2); 新疆自治区土壤学重点学科资助项目。

收稿日期: 2012-12-10

1.3 试验方法

试验于香梨坐果期(2012年5月14日,晴天)和膨果期(2012年8月6日,晴天)进行,分别测定叶片叶绿素含量、叶面积指数以及光合特性。

1.4 项目测定

以 SPAD-502 型手持叶绿素仪测定叶片的叶绿素含量(Chl);LAT 2000 型冠层分析仪测定叶面积指数(LAI);利用自然光照,用 CIRAS-2 型光合仪对叶片进行不离体测定,光合特性指标测定每处理选 2 株,选光照较好的新梢中上部健康叶 3 片,各重复测定 3 次。从早晨 9:30(北京时间,以下同上)开始测定至下午 19:30,每隔 2 h 测定 1 次。测定项目主要包括环境因子指标:光合有效辐射(PAR, $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$),气温(T_a , $^{\circ}\text{C}$)和空气 CO_2 浓度(Ca , $\mu\text{mol}/\text{mol}$);光合生理特性指标:净光合速率(Pn , $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)、蒸腾速率(Tr , $\text{mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)、胞间 CO_2 浓度(Ci , $\mu\text{mol}/\text{mol}$)和气孔导度(Gs , $\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)。并根据所获取的参数计算气孔限制值(Ls)和水分利用效率(WUE),公式分别为: $\text{Ls} = 1 - (\text{Ci}/\text{Ca})^{[17]}$ 、 $\text{WUE} = \text{Pn}/\text{Tr}^{[18]}$ 。

1.5 数据分析

主要利用 Microsoft Excel 和 DPS 数据处理系统对获取的各项指标进行处理与分析并完成制图。

表 1

不同生长期环境因子日变化

Table 1

The diurnal variations of environment factors under different growth stages

环境因子 Environment factors	生长期 Growth stage	测定时间 Determined time	9:30	11:30	13:30	15:30	17:30	19:30
光合有效辐射 PAR/ $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$	坐果期 Fruit setting stage		1 188.43	1 392.14	1 471.07	1 494.43	1 193.57	744.65
	膨果期 Fruit enlargement stage		1 235.57	1 427.86	1 504.64	1 584.43	1 300.72	843.93
大气温度 $T_a/^{\circ}\text{C}$	坐果期 Fruit setting stage		25.74	28.20	29.66	30.79	30.51	26.41
	膨果期 Fruit enlargement stage		25.50	29.10	31.06	32.55	31.20	26.20
大气 CO_2 浓度 $\text{Ca}/\mu\text{mol} \cdot \text{mol}^{-1}$	坐果期 Fruit setting stage		363.63	330.79	294.06	326.45	323.11	353.49
	膨果期 Fruit enlargement stage		368.23	335.20	302.11	314.59	322.70	366.12

2.2 不同生长期叶绿素含量和叶面积指数的变化

由图 1 可看出,不同生长期香梨叶片的叶绿素含量和叶面积指数有较大差异。坐果期香梨叶片叶绿素含量平均值为 36.90,膨果期为 39.15,膨果期香梨叶片叶

2 结果与分析

2.1 不同生长期环境因子日变化

自然条件下,光合有效辐射、大气 CO_2 浓度、大气温度以及大气相对湿度等环境因子的变化都会给果树叶片的光合特性带来影响。由表 1 可知,在测定的外界环境因子指标中,光合有效辐射由 9:30 开始随时间变化逐渐升高,15:30 达到最大值,之后逐渐降低,19:30 时降到最低值;坐果期光合有效辐射日变化幅度 $749.78 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,膨果期光合有效辐射日变化幅度 $740.50 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,日变化过程中膨果期光合有效辐射均大于坐果期。气温同样由 9:30 时开始升高,在 15:30 时达到最高温度,之后气温开始回落。坐果期大气温度日变化幅度 5.05°C ,膨果期大气温度日变化幅度 7.05°C ,日变化过程中膨果期大气平均温度高于坐果期。大气 CO_2 浓度在 9:30 时值最大,由于果树叶片光合作用的消耗使大气中 CO_2 浓度下降,至 13:30 时达到最低值,随后呈波状上升。坐果期大气中 CO_2 浓度日变化幅度 $69.57 \mu\text{mol}/\text{mol}$,膨果期大气中 CO_2 浓度日变化幅度 $66.12 \mu\text{mol}/\text{mol}$,日变化过程中膨果期大气中 CO_2 浓度平均值大于坐果期。

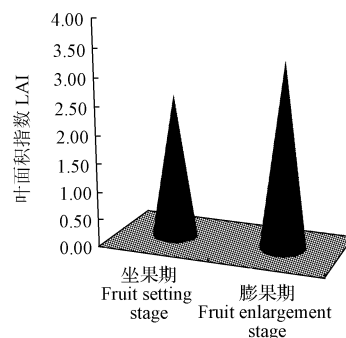
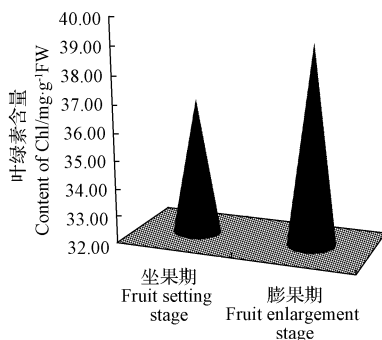


图 1 不同生长期香梨叶片叶绿素含量和叶面积指数

Fig. 1 Chl content and LAI of *Pyrus bretschneideri* Rehd leaves under different growth stages

期内叶面积指数不断增加。香梨坐果期与膨果期之间,叶面积指数的增长较叶绿素含量积累效果显著。

2.3 香梨不同生长期净光合速率(Pn)和蒸腾速率(Tr)日变化特征

植物光合特性中净光合速率(Pn)作为最重要的参数之一可反映植物同化CO₂的能力^[19]。香梨叶片在整个生长期内的Pn日变化均呈双峰曲线,9:30时Pn值随光合有效辐射的增加和气温的逐渐升高而渐渐增大(图2),在13:30出现第1次峰值,为Pn在1d中的最大值,主要是因为此时的光强非常适宜植物光合作用,可为植物光合作用提供能量,活化光合作用的关键酶,并促使叶片气孔开放^[20]。在13:30后开始下降,至15:30时光合有效辐射和气温达到较大值,空气湿度较低,使得植物体失水过多,导致气孔部分关闭,影响了树木的光合作用,Pn达到最低值,这是植物对环境因子变化的一种适应方式^[21]。此后随着光强、气温和蒸腾速率的减弱,

Pn值逐渐升高,在17:30时出现第2峰值,之后随着光强的减弱Pn值又开始下降。香梨叶片净光合速率第1次峰值都较第2次峰值高,不同生长期的日变化过程中,坐果期双峰明显,膨果期相对较弱。膨果期净光合速率的2个峰值都较坐果期高,第1次峰值增长1.80%,差异不显著。第2次峰值增长28.17%,差异较为显著。

蒸腾速率可表明植物蒸腾作用的强弱,是反映植物水分状况的重要生理指标,蒸腾速率越低则代表植物适应干旱环境的能力越强。由图2可知,香梨叶片的Tr日变化呈单峰曲线,在15:30时Tr达到最大值,之后Tr值逐渐下降。总体来看,香梨在1d内的13:30~15:30时蒸腾速率较高。不同生长期的日变化过程中,膨果期蒸腾速率相比坐果期都高,峰值增长11.76%,二者差异显著。

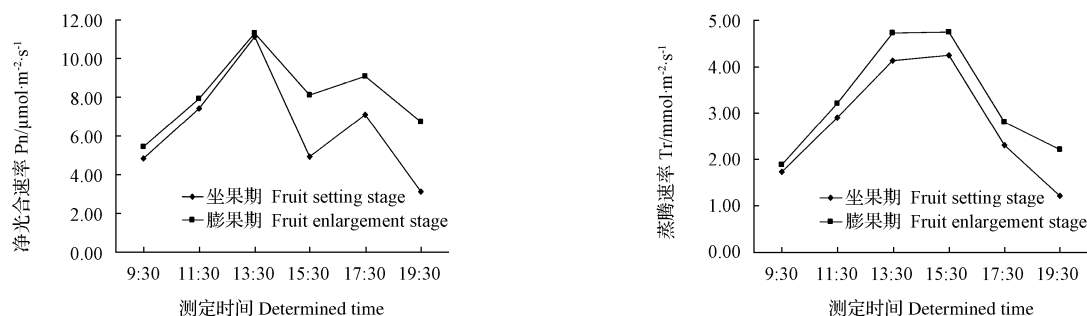


图2 不同生长期香梨叶片净光合速率和蒸腾速率日变化

Fig. 2 Diurnal variations of Pn and Tr of *Pyrus bretschneideri* Rehd leaves under different growth stages

2.4 不同生长期气孔导度(Gs)日变化特征

气孔导度是反映气孔运动的一种重要生理指标,可以反映气体通过气孔的难易程度,气孔导度越小,气孔张开度就越小,水汽和CO₂通过气孔进行交换时就会受到阻碍;反之,水汽和CO₂可顺利通过气孔进行交换。由图3可知,生长期内香梨叶片的气孔导度日变化曲线呈双峰型。气孔导度第1次峰值出现在13:30时,第2次峰值出现在17:30时。香梨叶片气孔导度第1次峰值

都较第2次峰值高,与净光合速率峰值变化相同。不同生长期的日变化过程中,膨果期双峰明显,坐果期相对较弱。膨果期的气孔导度相比坐果期都高,第1次峰值增长4.93%,差异不显著。第2次峰值增长43.86%,差异显著。

2.5 不同生长期胞间CO₂浓度(Ci)、气孔限制值(Ls)的日变化及其对Pn的影响

叶片光合作用的主要原料之一是胞间的CO₂,所以叶片进行光合作用的过程可以由叶片胞间CO₂浓度的变化来反映^[22]。由图4可知,生长期内香梨叶片胞间CO₂浓度的日变化曲线与净光合速率(图2)相反,呈双谷型。胞间CO₂浓度从9:30时开始降低,13:30时达到最低,主要是由于在这段时间内净光合速率不断升高,叶片光合作用对CO₂的同化能力加快。相反在13:30之后净光合速率开始下降,胞间CO₂浓度则逐渐升高,至15:30时叶片净光合速率出现光合“午休”现象,胞间CO₂浓度达到一个相对较高的水平。之后随着净光合速率的增强,胞间CO₂浓度又随之降低,在17:30时达到一个相对低谷,随后因净光合速率的减弱,植物对CO₂利用

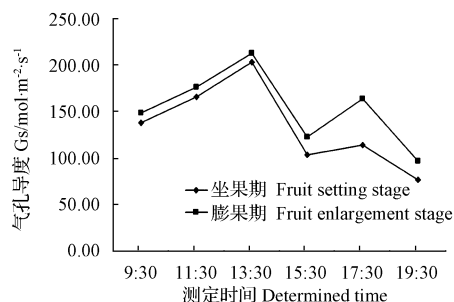


图3 不同生长期香梨叶片气孔导度日变化

Fig. 3 Diurnal variations of Gs of *Pyrus bretschneideri* Rehd leaves under different growth stages

能力下降,同时呼吸作用所释放 CO_2 积聚在细胞间隙中,使胞间 CO_2 浓度上升。气孔限制值的日变化曲线基本上与净光合速率相同呈双峰型,当胞间 CO_2 浓度升高时气孔限制值降低。当净光合速率和胞间 CO_2 浓度变化方向相反,胞间 CO_2 浓度升高时气孔限制值降低,表明净光合速率降低的原因主要是非气孔因素;当净光合

速率和胞间 CO_2 浓度变化方向相同,胞间 CO_2 浓度降低的同时气孔限制值升高,说明净光合速率降低的原因主要是由于气孔关闭引起的气孔因素^[23]。该结果表明,香梨午间净光合速率开始下降是由非气孔因素引起的。不同生长期的日变化过程中,膨果期的叶片胞间 CO_2 浓度相比坐果期都低,膨果期的气孔限制值相比坐果期都高。

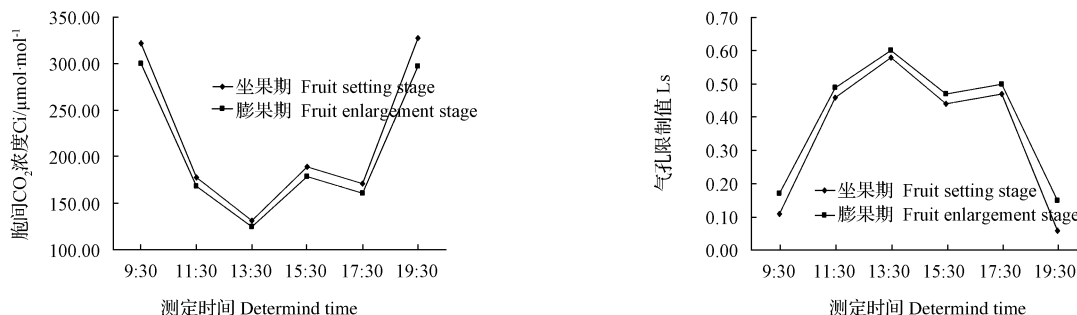


图4 不同生长期香梨叶片胞间 CO_2 浓度和气孔限制值日变化

Fig. 4 Diurnal variations of Ci and Ls of *Pyrus bretschneideri* Rehd leaves under different growth stages

2.6 不同生长期水分利用效率(WUE)日变化特征

植物 WUE 是一个较为稳定的衡量碳固定与水分消耗关系的指标,即植物消耗单位重量的水分所固定 CO_2 的数量,通常采用叶片的 Pn 与 Tr 的比值来表示^[7]。同时 WUE 也是评价植物在水分亏缺条件下生长适宜程度的一个综合生理生态指标^[24],是反映植物叶片对水分条件的短期或瞬间反应行为^[25],可以指示植物对水分的利用水平,并且在一定程度上反映植物的耗水性和对干旱的适应性。由图 5 可看出,生长期内香梨叶片的水分利用效率日变化曲线呈单谷型。在早上 9:30 时最大,这与其它的一般植物的 WUE 特征基本相同^[26]。这种普遍特征主要是因为叶片的净光合速率会随着外部环境因子光合有效辐射的上升而增加,且此时的叶片气孔开度较大,空气的相对湿度还处于较高水平,蒸腾速率还未达到最大,所以植物的水分利用效率高。9:30 时以后随着蒸腾速率的持续上升,水分利用效率开始下降,15:30 时蒸腾速率达到最大,水分利用效率则达到最低值。之后随着净光合速率的增强和蒸腾速率的缓慢下

降,水分利用效率再次升高,在 17:30 时达到一个相对高值。17:30 时后随着净光合速率的减弱而开始下降。不同生长期的日变化过程中,11:30~13:30 时膨果期的叶片水分利用效率相比坐果期低,15:30~19:30 时膨果期的叶片水分利用效率相比坐果期高。

3 讨论与结论

随着环境条件不断变化,果树光合速率在 1 d 之间也发生很大变化。植物光合作用的日变化有正规曲线型、平坦型、变动型和中午降低型 4 种类型^[27]。该试验结果表明,在晴天条件下不同生长期的库尔勒香梨叶片净光合速率日变化均表现为双峰曲线,具有光合“午休”现象。在净光合速率日变化过程中第 1 次峰值高于第 2 次峰值,与盛宝龙等^[28]的研究结果一致,而与张琦等^[29]研究结果第 1 次峰值小于第 2 次峰值相反,具体原因还有待于进一步研究。气孔导度和气孔限制值的日变化与净光合速率日变化基本保持一致,呈双峰型。胞间 CO_2 浓度日变化与净光合速率相反,呈双谷型。蒸腾速率日变化曲线呈单峰型,水分利用效率日变化则呈单谷型,这也与前人的研究结果基本一致。

在年生长周期内,不同生长阶段香梨对光、温、水、气、肥等生态因子的需求不同。因此,外界环境因子的改变必然会引起香梨光合生理因子的变化。试验表明,在不同生长期的香梨各项光合特性指标均发生了明显差异,膨果期香梨叶片叶绿素含量、叶面积指数、净光合速率、蒸腾速率、气孔导度和气孔限制值都比坐果期高,胞间 CO_2 浓度比坐果期低。水分利用效率在 1 d 之内有明显差异,11:30~13:30 时膨果期低于坐果期,15:30~19:30 时膨果期高于坐果期。不同生长期光合特性指标的差异与环境因子变化之间的相关性还需深入研究。

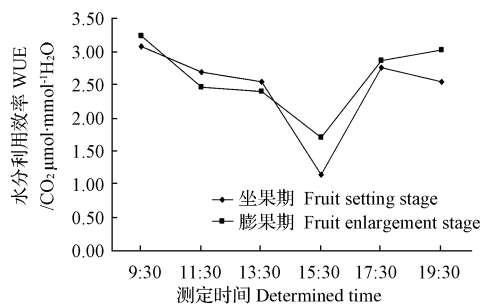


图5 不同生长期香梨叶片水分利用效率日变化

Fig. 5 Diurnal variations of WUE of *Pyrus bretschneideri* Rehd leaves under different growth stages

参考文献

- [1] 姜小文,易干军,霍合强,等.毛叶枣光和特性研究[J].果树学报,2003,20(6):479-482.
- [2] 郭俊荣,杨培华,谢斌银,等.银杏光合与蒸腾特性的研究[J].西北植物学报,1997,17(4):505-510.
- [3] 周怀军,张洪武,张晓曼,等.不同砧木大石早生李光合特性[J].西北林学院学报,2003,19(1):18-21.
- [4] 牛俊玲,解思敏.果园生草对果树光合特性影响的研究[J].山西农业大学学报,2000(4):353-356.
- [5] 路丙社,白志英,董源,等.阿月浑子光合特性及其影响因子的研究[J].园艺学报,1999,26(4):289-290.
- [6] 姜卫兵,高光林,戴美松,等.盐胁迫对不同砧穗组合梨幼树光合日变化的影响[J].园艺学报,2003,30(6):653-657.
- [7] 郑淑霞,上官周平.8种阔叶树种叶片气体交换特征和叶绿素荧光特性比较[J].生态学报,2006,26(4):1080-1087.
- [8] 王润元,杨兴国,赵鸿,等.半干旱雨养区小麦叶片光合生理生态特征及其对环境的响应[J].生态学杂志,2006,25(10):1161-1166.
- [9] 王白坡,丁兴萃,戴文圣,等.田间条件下砂梨光合作用的研究[J].园艺学报,1987,14(2):97-102.
- [10] 赵宗方,凌裕平,吴建华,等.梨树的光合特性[J].果树科学,1993,10(3):154-156.
- [11] 王振磊.黄金梨和鸭梨光合特性的研究[D].保定:河北农业大学,2005.
- [12] 莫新禄.不同砂梨品种的光合特性比较研究[D].长沙:中南林业科技大学,2006.
- [13] 刘振蛟,曲柏宏,李玉梅,等.苹果梨的净光合速率变化规律[J].延边大学学报,2006,28(1):32-34.
- [14] 梅立新.田间条件下几种梨树光合蒸腾比较[J].北方园艺,1991(1):11-13.
- [15] 杨万镒,邱淑艳,户世昌.梨不同种和品种的光合速率比较研究[J].中国果树,1991(4):8-10.
- [16] 谢深喜,罗先实,吴月嫦,等.梨树叶片光合特性研究[J].湖南农业大学学报,1996,22(2):134-138.
- [17] Farquhar G D, Sharkey T D. Stomatal conductance and photosynthesis [J]. Annual Review of Plant Physiology, 1982, 33: 317-345.
- [18] Nijs I, Ferris R, Blum H, et al. Stomatal regulation in a changing climate: A field study using free air temperature increase (FATI) and free air CO₂ enrichment (FACE) [J]. Plant Cell and Environment, 1997, 20: 1041-1050.
- [19] 徐飞,郭卫华,王玉芳,等.济南市校园6个绿化树种光合荧光特征比较初探[J].山东大学学报(理学版),2007,42(5):86-94.
- [20] 赵溪竹,姜海凤,毛子军.长白落叶松日本落叶松和兴安落叶松幼苗光合作用特性比较研究[J].植物研究,2007,27(3):361-366.
- [21] 李国泰.8种园林树种光合作用特征与水分利用效率比较[J].林业科学研究,2002,15(3):291-296.
- [22] 毛培利,曹帮华,宋绪忠,等.干旱胁迫下刺槐无性系光合生理适应性研究[J].浙江林业科技,2007,27(4):34-37.
- [23] Farquhar G D, Sharkey T D. Stomatal conductance and photosynthesis [J]. Annual Review of Plant Physiology, 1982, 33: 317-345.
- [24] 王颖,魏国印,张志强,等.7种园林树种光合参数及水分利用效率的研究[J].河北农业大学学报,2006,29(6):44-48.
- [25] Eamus D. The interaction of rising CO₂ and temperatures with water use efficiency [J]. Plant, Cell and Environment, 1991, 14: 843-852.
- [26] 贾荣亮,周海燕,谭会娟,等.超旱生植物红砂与珍珠光合生理生态日变化特征初探[J].中国沙漠,2006,26(4):631-636.
- [27] 樊慧敏,赵志军,程福厚,等.不同梨品种的光合特性研究[J].广东农业科学,2010(11):115-117.
- [28] 盛宝龙,常有宏,姜卫兵,等.不同类型梨品种光合特性的比较[J].果树学报,2007,24(6):742-746.
- [29] 张琦,张玉星,陈玉娟.库尔勒香梨光合特性的研究[J].河北农业大学学报,2006,29(6):29-32.

Research on Diurnal Variations of Photosynthetic Characteristics *Pyrus bretschneideri* Under Different Growth Stages

CHAI Zhong-ping¹, WANG Xue-mei², CHEN Bo-lang¹, SUN Xia¹, SHENG Jian-dong¹, HUANG Xiao-zhen¹

(1. College of Pratacultural and Environmental Science, Xinjiang Agricultural University, Urumqi, Xinjiang 830052; 2. College of Geography Science and Tourism, Xinjiang Normal University, Urumqi, Xinjiang 830054)

Abstract: Taking 20-year-old Korla fragrant pear as material, the diurnal variation curves of photosynthetic characteristics of Korla fragrant pear under different growth stages (fruit setting stage, fruit enlargement stage) were measured by portable photosynthesis system CIRAS-2 in the field conditions. The results showed that the diurnal variation curves of Pn of Korla fragrant pear presented double-apex curves, and had a phenomenon of photosynthetic 'Noon breaking'. The diurnal variation curves of Gs and Ls were the same as Pn, they also showed double-apex curves. The diurnal variation curves of Ci were contrary with Pn, they showed double-valley curves. The diurnal variation curves of Tr presented single-apex curves, but the diurnal variation curves of WUE showed single-valley ones. The photosynthetic characteristics of Korla fragrant pear under different growth stages were significant difference. The Chl content, LAI, Pn, Tr, Gs and Ls of Korla fragrant pear under fruit enlargement stage were higher than fruit setting stage, the Ci of Korla fragrant pear under fruit enlargement stage was lower than fruit setting stage. The WUE of Korla fragrant pear leaves had significant difference in one day; the fruit enlargement stage was lower than fruit setting stage from 11:30 to 13:30, the fruit enlargement stage was higher than fruit setting stage from 15:30 to 19:30.

Key words: Korla fragrant pear; growth stage; photosynthetic characteristics; diurnal variations