



王振东,陈奇凌,郑强卿,等.拱棚和露地栽培方式对冬枣光合特性的影响[J].黑龙江农业科学,2021(1):18-21.

拱棚和露地栽培方式对冬枣光合特性的影响

王振东,陈奇凌,郑强卿,王晶晶,王文军
(新疆农垦科学院 林园所,新疆 石河子 832000)

摘要:为改善冬枣的品质和产量,本研究以冬枣为研究材料,比较研究了拱棚和露地栽培条件下冬枣叶片光合特性的差异。结果表明:两种栽培条件下冬枣的净光合速率(P_n)均为“双峰”曲线,均有明显的光合午休现象,拱棚栽培冬枣日变化2次高峰值均低于露地栽培;拱棚与露地条件下冬枣胞间 CO_2 浓度(C_i)、气孔限制值(L_s)、蒸腾速率(Tr)、水分利用率(WUE)、气孔导度(G_s)及净光合速率—光响应曲线变化趋势相似;拱棚栽培的冬枣光补偿点较低,露地栽培的冬枣光饱和点较高,表现出不同的光适应能力。

关键词:冬枣;拱棚;露地;光合特性

冬枣(*Ziziphus jujuba* Mill. ‘Dongzao’)别名冻枣、雁过红等,是原产于我国的晚熟枣品种,因其品质优良且生长适应性强在黄河三角洲地区 and 新疆部分地区被大面积推广种植^[1-3]。随着设施果树产业的不断发展,设施枣树栽培也开始在全国各地推广;冬枣作为鲜食、晚熟枣树品种利用设施栽培可以提早上市,提高果农收益,还可以有效抵御自然灾害和控制病虫害传播等^[1,4-5]。

光合作用是植物生长发育的基础,果树光合能力是果树产量和品质构成的决定性因素^[6-7]。果树各器官的干物质 90% 以上来自叶片的光合产物,通过各种光合作用参数的测定,对指导果树高效生产具有重要的意义^[8]。近年来,研究人员对冬枣光合生理进行了研究,但是对冬枣光合生理研究主要集中在露地栽培,对设施栽培冬枣光合生理的研究报道较少^[9-11]。本研究对拱棚栽培和露地栽培下冬枣为材料,对其光合速率日变化、光响应曲线等光合特性进行研究,探讨环境因素对光合特性的影响,为改善冬枣的品质和产量提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

供试材料为引种于山西运城的冬枣。

收稿日期:2020-08-20

基金项目:兵团科技攻关项目;南疆设施果树栽培关键技术研究示范课题“设施冬枣促早高效栽培关键技术研究”(2018DB005)。

第一作者:王振东(1995—),男,硕士,助理研究员,从事果树优质高效栽培生理研究。E-mail:1753669743@qq.com。

通信作者:陈奇凌(1970—),男,学士,研究员,从事林木栽培与生理生态研究。E-mail:Cql619@163.com。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 试验于2019年7月在新疆生产建设兵团第三师图木舒克五十团二连进行。试验用拱棚棚长120 m、跨度12 m、脊高4.25 m,南北延长,为全钢架结构,覆盖材料为PE膜。拱棚栽培冬枣株行距为1.8 m×20.0 m,露地栽培冬枣株行距为0.5 m×3.0 m,均为南北行向栽植,土壤为沙壤土,地势平坦,枣园相对整齐。

1.2.2 测定项目及方法 利用LI-6400XT型便携式光合仪,分别于7月中旬冬枣树树冠中部外围的枣吊基部第3~4片叶进行测定,每株树选取5片生长一致的健康叶片,每种栽培条件的冬枣各测10株,最终取其平均值,选择晴天进行光合日变化测定,在10:00—20:00每2 h测定1次。测定的指标分别有净光合速率(P_n)、胞间 CO_2 浓度(C_i)、空气 CO_2 浓度(C_a)、蒸腾速率(Tr)、光合有效辐射(PAR)、气温(T_a)、空气相对湿度(RH)、气孔导度(G_s)等。根据测试数据分别计算气孔限制值(L_s)和水分利用效率(WUE),其公式分别为: $L_s=1-(C_i/C_a)$ 、 $WUE=P_n/Tr$ 。

测定光响应曲线的时间为10:00—20:00,拱棚和露地的冬枣随机选取3~5片叶进行测定,光合有效辐射设定为0,15,30,60,120,250,500,1 000,1 500和1 800 $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$,温度设置为25℃,参比室的 CO_2 浓度稳定在400 $\mu mol \cdot mol^{-1}$ 。将所获得数据用Excel软件拟合二次函数,求出光饱和点(LSP)、最大净光合速率(P_{max}),并将0~200 $\mu mol \cdot (m^2 \cdot s)^{-1}$ 光照条件下的 P_n 值进行线性回归,得到表观量子效率(AQY)、光补偿点(AQY)、暗呼吸速率(R_{day})。

1.2.3 数据分析 采用Excel 2016分析并作图。

2 结果与分析

2.1 环境因子的变化特征

在试验中拱棚一直处于通风状态。拱棚和露地栽培方式对冬枣生长的各环境因子的影响情况如图 1 所示拱棚和露地条件下的光合有效辐射 PAR 值的变化曲线都为“单峰”曲线,从 12:00 到 14:00 呈上升趋势,到 14:00 左右达到最大值,其中露地条件下光合有效辐射 PAR 值峰值为 $1\,782.78\ \mu\text{mol}\cdot(\text{m}^2\cdot\text{s})^{-1}$,拱棚条件下光合有效辐射 PAR 值峰值 $971.57\ \mu\text{mol}\cdot(\text{m}^2\cdot\text{s})^{-1}$,随后都呈下降的趋势。拱棚和露地条件下的空气温度和湿度都为“单峰”曲线,但两者的变化趋势相反,且出现“峰值”时间不一致;两种栽培设施的温度在 10:00—18:00 呈上升的趋势,到 18:00 左右达

到最高温度,拱棚的最高空气温度为 $41.29\ ^\circ\text{C}$,露地为 $40.21\ ^\circ\text{C}$,之后呈下降的趋势。在 10:00—16:00,两种栽培设施的空气相对湿度均呈下降的趋势,到达 16:00 左右,均为两种设施环境的最低空气相对湿度,此时拱棚相对湿度为 35.12% ,露地相对湿度为 27.07% ,此后,随着环境温度的下降空气相对湿度呈上升的趋势。可以看出两种栽培条件下温湿度变化基本一致,而拱棚表现出高温高湿的环境。拱棚和露地的 CO_2 浓度都呈“W”型,拱棚条件下, CO_2 浓度在 16:00 左右到达最低值,为 $335.45\ \mu\text{L}\cdot\text{L}^{-1}$;露地条件下,在 14:00 左右到达最低值,为 $333.78\ \mu\text{L}\cdot\text{L}^{-1}$;由于拱棚处于通风的情况下,空气中 CO_2 浓度与露地相差不大。

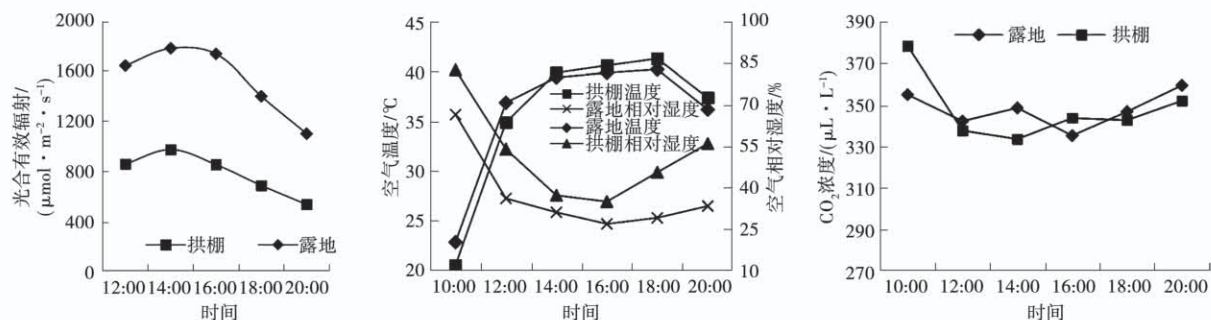


图 1 两种栽培条件下试验地气象条件变化

2.2 不同栽培条件下冬枣在一天中不同时间段的光合参数变化

2.2.1 净光合速率(P_n)日变化 拱棚栽培冬枣叶片净光合速率值在所有时间段均低于露地栽培,两种栽培模式的冬枣的光合速率日变化均呈“双峰”曲线,有明显的光合午休现象,第一个峰值出现的时间均为 12:00 左右,此时为全天净光合速率最高值。出现第 1 次峰值后,净光合速率值开始下降,到 14:00 左右两种栽培模式的光合有效辐射均达最大值,净光合速率值下降明显,出现光合“午休”现象;此后光合有效辐射强度逐渐下降,净光合速率升高,到 16:00 左右达到第 2 个峰值。之后光合有效辐射强度逐渐降低,气温先缓慢上升到 18:00 后逐渐下降,净光合速率也持续下降。

2.2.2 胞间 CO_2 浓度(C_i)日变化 在拱棚栽培条件下,冬枣叶片的胞间 CO_2 浓度呈先下降后上升的趋势,从 10:00 点开始持续降低,14:00 到达最低值,为 $249.15\ \mu\text{mol}\cdot\text{mol}^{-1}$;在露地栽培条件下,冬枣叶片的胞间 CO_2 浓度呈“W”型,跟拱棚栽

培一样,露地栽培胞间 CO_2 浓度最低值也在 14:00 左右,之后总体呈现上升的趋势。

2.2.3 蒸腾速率(Tr)日变化 冬枣叶片蒸腾速率日变化曲线呈双峰曲线,两种栽培模式蒸腾速率均是在 12:00 时达到最大蒸腾速率,达到最高峰值;而第二个峰值出现时间两种栽培模式有所不同,露地栽培出现在 16:00,为 $8.58\ \text{mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$,而设施栽培出现在 18:00,为 $7.76\ \text{mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 。

2.2.4 气孔导度(G_s)日变化 两种栽培模式的冬枣叶片的气孔导度变化趋势一致,都是先增高到峰值后下降,都在 14:00 达到最高值,在 12:00 以后,拱棚栽培的气孔导度值均高于露地栽培。

2.2.5 水分利用效(WUE)日变化 拱棚栽培和露地栽培的冬枣叶片的水分利用效率变化趋势相似,水分利用效率从 10:00 到 12:00 下降明显,之后变化幅度不大。

2.2.6 气孔限制值(L_s)日变化 拱棚和露地栽培条件下,冬枣叶片气孔限制值整体上变化趋势相似,即在 10:00—14:00 呈上升趋势,在 14:00 前后出现最大值,此后整体呈下降趋势。

2.3 露地和拱棚栽培条件下冬枣光响应曲线的变化

如图 3 和图 4 所示,用 Excel 2016 软件对拱棚与露地栽培模式下冬枣叶片的光响应曲线进行了绘制,后又拟合得到 $P_n(Y)$ 与 $PAR(X)$ 的相应二次方程,露地栽培模式下 P_n 与 PAR 的相应二次方程为 $y=-8E-06x^2+0.0271x-1.3703$,拱

棚栽培模式下为 $y=-9E-06x^2+0.0248x-0.3077$,可见两种栽培模式的响应曲线基本一致, P_n 与 PAR 之间呈抛物线型。由表 1 知,露地栽培的冬枣叶片最大净光合速率和光补偿点高于拱棚栽培,而拱棚栽培冬枣表观量子效率高于露地栽培。

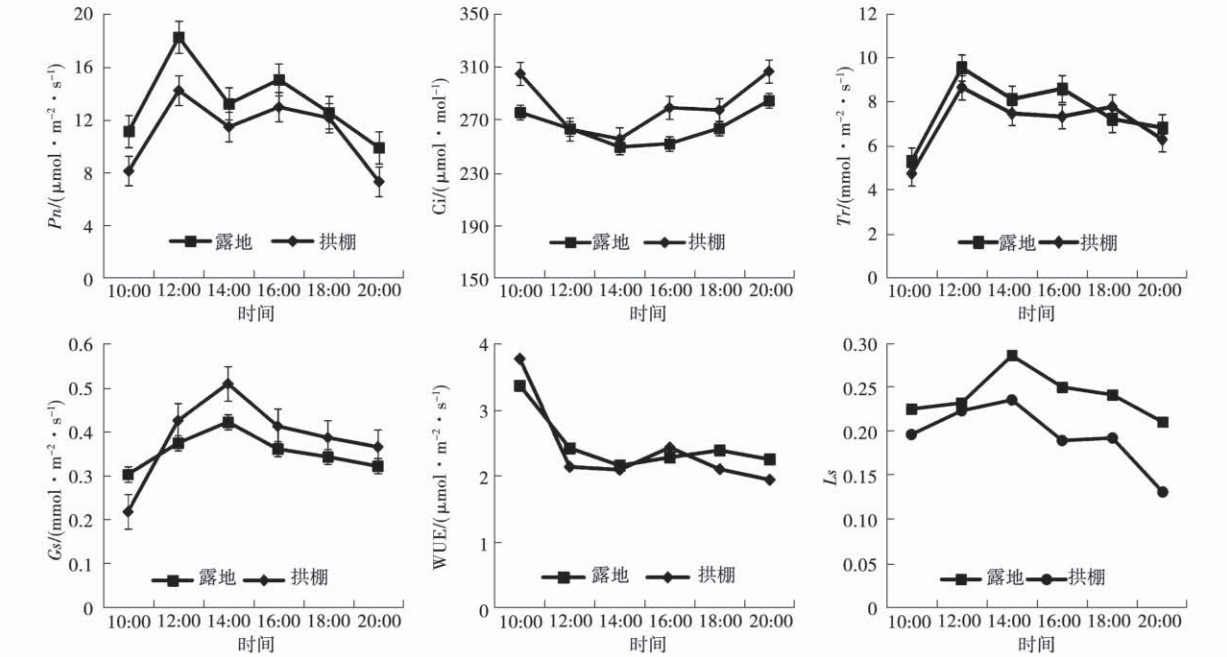


图 2 拱棚和露地栽培模式下冬枣叶片光合参数日变化

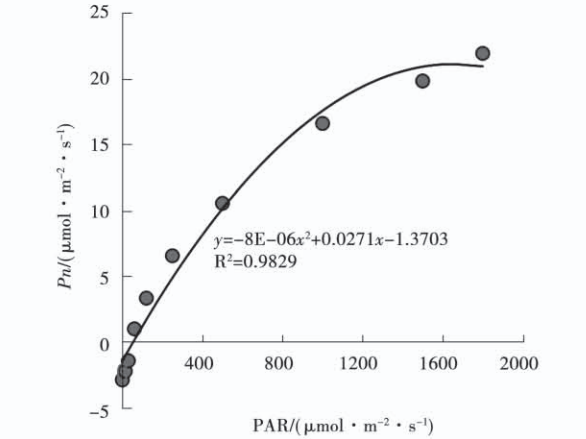


图 3 露地栽培模式下冬枣叶片光响应曲线

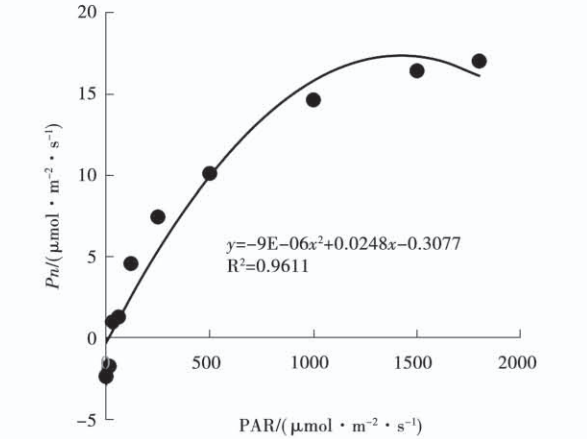


图 4 露地栽培模式下冬枣叶片光响应曲线

表 1 拱棚和露地栽培条件下冬枣的光响应曲线的特征参数值

栽培模式	光补偿点/ ($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)	光饱和点/ ($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)	最大净光合速率/ ($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)	表观量子效率/ ($\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)	暗呼吸速率/ ($\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)
拱棚	35.17	1377.78	17.08	0.056	-2.36
露地	52.27	1693.75	22.95	0.053	-2.80

3 结论与讨论

冬枣叶片的光合作用的日变化已经有了较多的研究,大量的研究证明:冬枣叶片净光合速率日变化呈双峰曲线,有明显的光合“午休”现象,气孔限制因素是导致光合速率午间降低主要原因^[9-11]。现有关于冬枣的光合参数的测定都是在露地情况下测定的,而本试验在同一地区对拱棚和露地栽培的冬枣叶片光合速率日变化进行研究,发现拱棚与露地栽培的冬枣叶片光合速率日变化均呈现双峰变化趋势,两个峰值出现时间相同,且露地栽培的冬枣光合速率值大于拱棚;植物光合作用的日变化是植物对特定环境条件的适应结果^[12],在拱棚设施环境具有低光照、高湿度等特点,这些就造成了露地栽培与拱棚栽培的冬枣光合生理上的不同。在试验中拱棚与露地栽培条件下的冬枣均在 14:00 左右出现光合“午休”现象,两种栽培模式下的冬枣叶片的净光合速率下降而气孔限制值上升,根据前人研究结果^[13-14]推断其出现光合“午休”现象主要是由气孔因素引起的,这些都与前人研究试验结果一致。

光补偿点(LCP)和光饱和点(LSP)是植物利用光强能力的重要指标^[10],拱棚栽培的冬枣相比露地栽培,在光强接近的情况下,有较高的光合速率,并且有较低的光补偿点和光饱和点,这些都说明拱棚栽培的冬枣对弱光的利用能力强,是适宜设施栽培的品种。冬枣属于喜光性较强的树种,对光照的要求较高,在测定环境指标时发现拱棚内光合有效辐射偏低,仅为棚外的 48%~58%,因此在生产中应该及时清理棚膜,及时更换透光性好的棚膜,并适当的降低种植密度。

本研究发现两种栽培条件下的冬枣在 14:00 左右出现光合“午休”现象,气孔限制因素是导致光合速率午间降低主要原因;拱棚栽培的冬枣有较低的光补偿点和光饱和点,拱棚栽培的冬枣对弱光的利用能力强。

参考文献:

- [1] 曲泽州,王惠蕙.中国果树志·枣卷[M].北京:中国林业出版社,1991.
- [2] 马庆华,李永红,梁丽松,等.冬枣优良单株果实品质的因子分析与综合评价[J].中国农业科学,2010,43(12):2491-2499.
- [3] 宋爱云,董林水,刘京涛,等.冬枣结果枝叶与营养叶化学计量特征比较研究[J].江西农业大学学报,2017,39(4):662-668.
- [4] 雷世俊,赵兰英.我国枣树设施栽培研究进展[J].中国园艺文摘,2014,30(5):8-9,153.
- [5] 冯斌.枣树设施栽培研究现状及建议[J].现代农业科技,2011(21):167-169.
- [6] 宋杨,刘红弟,王海波,等.5个越橘品种光合作用特性比较研究[J].中国果树,2019(2):60-63.
- [7] 王志强,何方,牛良,等.设施栽培油桃光合特性研究[J].园艺学报,2000(4):245-250.
- [8] 王红霞,张志华,玄立春.果树光合作用研究进展[J].河北农业大学学报,2003(S1):49-52.
- [9] 高梅秀,鲍明辉,商云长,等.冬枣叶片光合速率及生理生态因子日变化研究[J].中国果树,2013(3):24-26.
- [10] 姚立新,庞晓明,康向阳,等.不同产地冬枣嫁接苗光合特性对比研究[J].北京林业大学学报,2010,32(5):107-110.
- [11] 程晓建,王林云,周顺元,等.3种鲜食枣品种光合作用日变化及光响应特征[J].安徽农业大学学报,2012,39(6):998-1002.
- [12] 王顺才,呼丽萍.温室栽培欧洲甜樱桃‘红灯’和‘美早’光合特性研究[J].果树学报,2014,31(S1):84-89.
- [13] 许大全.光合作用气孔限制分析中的一些问题[J].植物生理学通讯,1997(4):241-244.
- [14] 高冠龙,冯起,张小由,等.植物叶片光合作用的气孔与非气孔限制研究综述[J].干旱区研究,2018,35(4):929-937.

Effects of Arched Shed and Open Field Cultivation Methods on Photosynthetic Characteristics of Winter Jujube

WANG Zhen-dong, CHEN Qi-ling, ZHENG Qiang-qing, WANG Jing-jing, WANG Wen-jun

(Institute of Forestry and Horticulture, Xinjiang Academy of Agricultural Reclamation Sciences, Shihezi 832000, China)

Abstract: In order to improve the quality and yield of winter jujube, in this study, winter jujube (*Zizyphus jujuba* L.) was used as the research material to compare the photosynthetic characteristics of winter jujube leaves under the conditions of arched shed and open field cultivation. The experimental results showed that the net photosynthetic rate (P_n) of winter jujube under the two cultivation conditions was a double peak curve, and there was a significant phenomenon of photosynthetic noon break. The two peak values of daily variation of winter jujube under the arched shed cultivation were lower than those in the open field cultivation. The variation trend of intercellular CO_2 concentration (C_i), air hole limit (L_s), transpiration rate (Tr), water use efficiency (WUE), stomatal conductance (G_s) and net photosynthetic rate light response curve of winter jujube under the arched shed and the open field cultivation conditions was similar. The light compensation point of winter jujube under the arched shed cultivation was lower, and the light saturation point of winter jujube under the open field cultivation was higher, showing different light adaptability.

Keywords: winter jujube; arched shed; open field; photosynthetic characteristics