

离体嫁接红地球葡萄试管苗的光合特性日变化

郑立龙

(甘肃省农业科学院农业经济与信息研究所, 甘肃 兰州 730070)

摘要: 测定不同砧木嫁接红地球葡萄及自根苗红地球的光合参数日变化, 以探讨嫁接亲和性与光合速率的关系。结果表明, 亲和性高的嫁接组合红地球+贝达光合速率最高, 而亲和性一般的嫁接组合红地球+双优光合速率次之, 亲和性弱的嫁接组合红地球+LDP294 光合效率最低。4 个葡萄嫁接组合的净光合速率日变化均为双峰型, 在 13:00 时出现“光合午休”现象。嫁接葡萄组合红地球+双优、红地球+贝达的水分利用效率高于嫁接组合红地球+LDP294。净光合速率在每天 11:00 时达到最高峰。

关键词: 光合特性; 日变化; 离体嫁接; 红地球葡萄

中图分类号: S663.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2018)11-0084-04

[doi:10.3969/j.issn.1001-1463.2018.11.024](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1463.2018.11.024)

Diurnal Change of Photosynthesis Characteristics of *in Vitro* Grafted Red Globe Grape Plantlets

ZHENG Lilong

(Institute of Agricultural and Economic Information, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China)

Abstract: The diurnal change of photosynthetic parameters of Red Globe grape and the graft red globe grapes with different roots were studied in this experiment in order to explore the relationship between grafting affinity and photosynthetic rate. The result showed that the highest photosynthetic rate was observed in the combination of Beta + Red Globe with high affinity, then followed by combination of Shuangyou + Red Globe with general affinity, and the combination of LDP294 + Red Globe showed the lowest rate. The diurnal variation of the net photosynthetic rate in the three grafted grapes showed double peak type because of the photosynthetic midday depression at 13:00 pm. The water use efficiency of Shuangyou + Red Globe and Beta + Red Globe was higher than the combination of LDP294 + Red Globe. The net photosynthetic rate reached the highest peak at 11:00 in one day.

Key words: Photosynthetic characteristics; Diurnal change; *In Vitro* grafted; Red Globe grape

红地球葡萄又名晚红葡萄、红提葡萄, 是优良的鲜食晚熟葡萄品种^[1-4], 其果穗长圆锥形, 平均重 800 g 左右, 最重可达 2 500 g。果粒圆形或卵圆形, 平均粒重 12~20 g, 最大可达 30 g^[5]。植株生长旺盛, 极丰产, 极耐贮运。适宜棚架栽培, 短中梢修剪。抗病性较弱, 易感霜霉病、白粉病、日灼病、白腐病、炭疽病、黑痘病。由于红地球葡萄的抗逆性较差, 抗寒性低, 每年均会造成大量的经济损失, 国内外学者根据细胞学和离体培养技术提出在无菌操作台上进行离体嫁接来改良农作物^[6]。光合作用是植物生长发育的基础, 研究植物的光合作用是分析植物生长代谢的重要手段之一^[7-12]。笔者通过测定经离体组织培养技术与嫁接技术得到的嫁接葡萄植株的光合参数的日变化, 研究了不同砧木对红地球葡萄的光

合生理的影响, 从而为筛选出适宜嫁接红地球葡萄的砧木提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验材料为双优、双红、贝达、LDP294、红地球试管苗, 由甘肃农业大学生命科学院提供。以双优、双红、贝达、LDP294 为砧木, 以红地球葡萄为接穗, 用 GS 培养基进行离体嫁接培养, 置 25 ℃ 条件下培养 35 d。选取长势良好的嫁接组合植株红地球+双优(A)、红地球+双红(B)、红地球+贝达(C)、红地球+LDP294(D)及红地球自根苗(E)移栽到温室花盆中培养(基质为腐殖质土与田园土按质量比 1:1 配制), 6 个月后当移栽的嫁接苗与自根苗木质化时, 选晴天对移栽的 4 个嫁接葡萄苗和红地球自根苗组合进行光合参数日变

收稿日期: 2018-09-25

作者简介: 郑立龙(1972—), 男, 山西万荣人, 助理研究员, 主要从事农业经济信息及节水灌溉研究工作。联系电话: (0931)7614994。Email: dragonzll@163.com。

化测定。

1.2 试验仪器

采用美国 CID 公司生产的 CI-340 便携式光合仪。

1.3 测定指标及方法

光合参数日变化测定内容为净光合速率[P_n , $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$]、蒸腾速率[Tr , $\text{mmol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$]、胞间 CO_2 浓度(C_i , $\mu\text{mol}/\text{mol}$)、气孔导度[$Cond$, $\text{mmol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$]及水分利用效率[WUE , $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{g})$]和光合有效辐射[PAR , $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$]。各光合参数指标均取葡萄植株第 4 片成熟叶片进行测定, 3 次重复, 取平均值。

2 结果与分析

2.1 光合有效辐射与空气温度的日变化

由图 1 可以看出, 光合有效辐射日变化为先升后降, 在 14:00 时出现最高峰, 为一日中光照强度最强的时刻, 达 $1\ 089\ \mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ 。空气温度的日变化随着时间的变化表现为先升高后降低的趋势, 同样在 14:00 时出现峰值, 为 $40.9\ ^\circ\text{C}$ 。

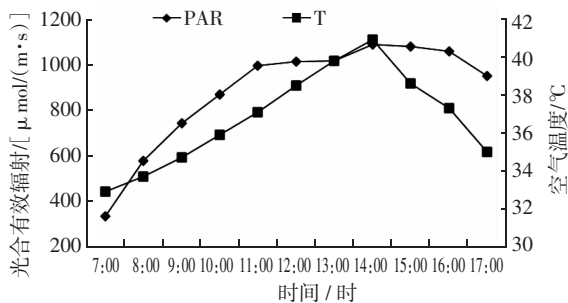
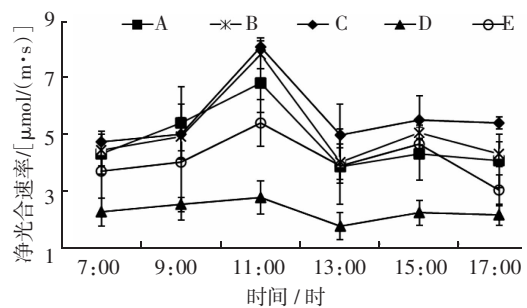


图1 光合有效辐射和空气温度的日变化

2.2 葡萄植株叶片净光合速率的日变化

从图 2 可以看出, 光合作用与葡萄植株的发育密切相关, 4 个嫁接组合与红地球自根苗的净光合速率日变化趋势均为“双峰”曲线, 在 11:00 时达到最大峰值, 在 15:00 时出现第 2 个峰值。7:00—11:00 时 4 个嫁接组合与红地球自根苗植株的叶片净光合速率随光合有效辐射的增强而增大, 15:00 时后的净光合速率均随光合有效辐射的减弱开始降低。在 13:00 时各葡萄植株叶片的净光合速率均会出现峰谷, 为“光合午休”现象^[13]。不同砧木的嫁接葡萄试管苗与红地球自根苗叶片的净光合速率差异显著, 其中以嫁接组合红地球 + 贝达的叶片净光合效率最高, 达 $8.06\ \mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$; 嫁接组合红地球 + LDP294 的叶片净光合速率最低, 为 $2.76\ \mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$; 嫁接组合红地球 + LDP294、

红地球 + 双优、红地球 + 双红、红地球 + 贝达的净光合速率分别为红地球自根苗的 0.509 9、1.260 1、1.440 2, 1.489 9 倍, 这与嫁接成活率的变化相似。由叶片净光合速率的变化可知, 嫁接组合红地球 + 贝达的嫁接亲和性高于其余嫁接组合, 贝达、双红作为砧木可明显增强红地球的光合作用。



(A 为嫁接组合红地球 + 双优, B 为嫁接组合红地球 + 双红, C 为嫁接组合红地球 + 贝达, D 为嫁接组合红地球 + LDP294, E 为红地球自根苗, 下同)

图 2 不同葡萄植株的净光合速率日变化

2.3 葡萄植株叶片胞间 CO_2 浓度日变化

CO_2 作为光合作用底物直接影响到植株的光合作用^[14]。从图 3 可以看出, 4 个嫁接组合与红地球自根苗植株的叶片胞间 CO_2 浓度(C_i)日变化趋势均为先降低后升高再降低。7:00—11:00 时, 叶片胞间 CO_2 浓度降低, 11:00 时叶片胞间 CO_2 浓度峰降至低谷, 而此时葡萄叶片净光合速率为一日中的最高值, 即光合作用消耗 CO_2 , 导致葡萄叶片胞间 CO_2 浓度下降。由于 13:00 时各供试植株均发生“光合午休”现象, 光合作用降低, 呼吸作用增强, 植株叶片累积大量的 CO_2 , 13:00—15:00 时“光合午休”结束, 植物光合作用逐渐增强, 致使叶片胞间 CO_2 浓度降低。胞间 CO_2 浓度最高的为嫁接组合红地球 + LDP294, 达 $348.8\ \mu\text{mol}/\text{mol}$, 这是由于其光合作用能力弱, 致使其体内积累的 CO_2 增多的缘故。

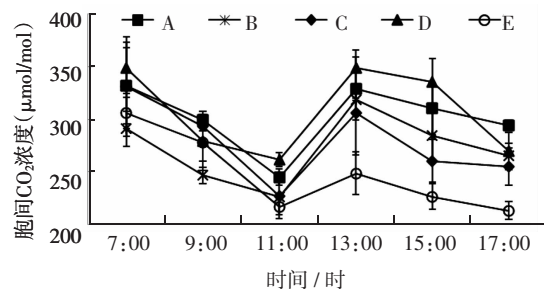


图 3 不同葡萄植株的胞间 CO_2 浓度日变化

2.4 葡萄植株叶片气孔导度的日变化

气孔导度 ($Cond$) 能有效调节叶片细胞内 CO_2

浓度,体现了植物叶片气孔的开闭大小,植物气孔的开放受光合有效辐射调控。从图4可以看出,4个嫁接组合和红地球自根苗的气孔导度日变化趋势均为先升高再降低,11:00时4个嫁接组合与红地球自根苗的气孔导度均达峰值,7:00—11:00时4个嫁接组合与红地球自根苗植株的叶片气孔打开进行光合作用,且开度逐渐变大,至11:00时叶片气孔的开度变小。嫁接组合红地球+LDP294的叶片气孔导度低于其余3种嫁接组合与红地球自根苗,可能由植株特异性造成的,有待进一步研究。

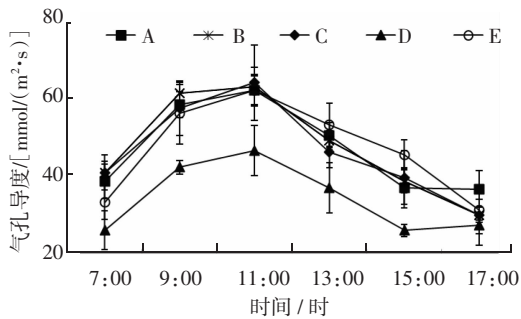


图4 不同葡萄植株的气孔导度日变化

2.5 葡萄植株叶片蒸腾速率的日变化

蒸腾速率是植物水分代谢的重要指标。由图5可以看出,4个嫁接组合与红地球自根苗的蒸腾速率日变化趋势均为单峰型。7:00—11:00时空气温度上升,植物的蒸腾作用开始增强,11:00时4个嫁接组合与红地球自根苗的蒸腾速率均达最大,与之对应的净光合速率也达到最强,蒸腾速率下降。13:00—17:00时光合有效辐射降低、环境温度下降,葡萄植株光合效率下降,蒸腾速率降低。光照强度和空气温度逐渐降低,蒸腾速率也随之降低。嫁接组合红地球+LDP294的蒸腾速率显著低于其余3个嫁接组合,可能是亲和性弱的嫁接葡萄组合疏导系统差,导致水分难以快速通过愈合部位向上运输到接穗部位,使其蒸腾效率降低,有待于进一步研究。

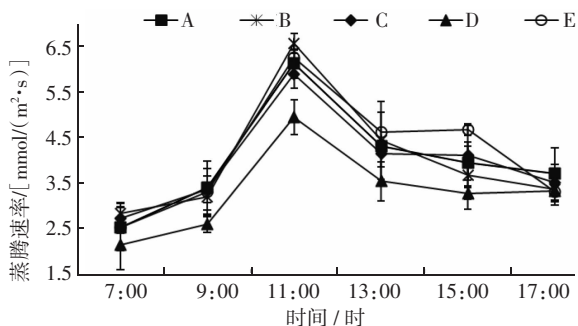


图5 不同葡萄植株的蒸腾速率日变化

2.6 葡萄植株叶片水分利用效率日变化

植物的光合作用与水分利用效率有一定的相关性。从图6可以看出,4个嫁接组合与红地球自根苗的水分利用效率的日变化趋势为双峰曲线,7:00时水分利用效率低,随着光合有效辐射的增强,各嫁接组合植株和红地球自根苗的叶片光合作用增加,水分的利用效率也随之增高,在11:00时达到一日中的最顶峰。13:00时出现峰谷,可能是由于葡萄植株的“光合午休”导致的气孔关闭,使光合作用降低而引起了水分利用效率降低。15:00—17:00时随着光合有效辐射和温度的下降,各嫁接组合植株和红地球自根苗对于水分的利用效率继续下降。

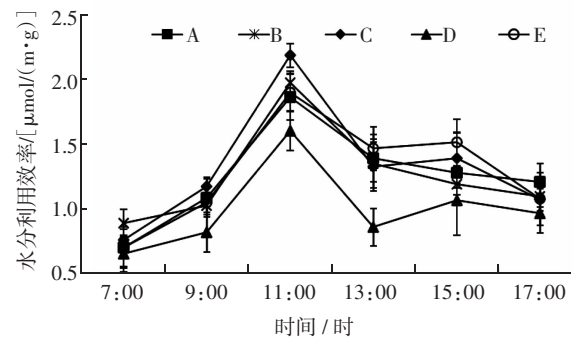


图6 不同葡萄植株的水分利用效率日变化

2.7 相关性分析

从光合参数指标相关分析结果(表1)可以看出,净光合速率的变化速度与气孔导度(0.765**)和水分利用效率(0.749**)均呈显著正相关关系,与胞间CO₂浓度(-0.627*)呈显著负相关关系;蒸腾速率与气孔导度(0.577*)和水分利用效率(0.594*)呈显著正相关关系,胞间CO₂浓度与其余参数均呈显著负相关关系。

表1 不同葡萄植株的光合生理指标的相关性分析^①

指标	Pn	Ci	Tr	Cond	WUE
Pn	1.000	-0.627*	0.423	0.765**	0.749**
Ci	-0.627*	1.000	-0.643**	-0.818**	-0.872**
Tr	0.423	-0.643**	1.000	0.577*	0.594*
Cond	0.765**	-0.818**	0.577*	1.000	0.768**
WUE	0.749**	-0.872**	0.594*	0.768**	1.000

① *表示P≤5%, **表示P≤1%。

3 小结与讨论

植物的光合作用受环境条件影响较大^[15],每天中午时光合有效辐射达到最大值,导致植物气孔关闭,出现“光合午休”现象,表现出净光合速率日变化趋势为双峰曲线,这在很多的植物中得

到证实^[16]。本试验中4种不同葡萄砧木嫁接苗与自根苗红地球的净光合速率日变化趋势均为双峰曲线,亲和性强的嫁接组合红地球+贝达的光合速率最高,为 $8.06 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$;光合速率最低的是嫁接亲和性最弱的嫁接葡萄组合红地球+LDP294,为 $2.76 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 。这与周怀军等^[17]在早生李上的研究结果和毛丽君^[18]在橡胶树上的研究结果一致。

本研究还发现,植物光合速率与胞间 CO_2 浓度间呈显著负相关关系,而光合作用与水分利用率关系密切,两者呈显著正相关,环境中的光照强度和空气温度也影响植株的光合作用。这与张治安^[19]在研究菰叶片发现净光合速率与气孔导度呈正相关,李扬等^[20]测定甘草时得出气孔导度可以调节甘草的光合速率,水分利用率影响光合速率的结论相一致。

品种红地球葡萄的抗逆性差,嫁接后砧木与接穗成为一个整体,从而提高了接穗红地球的抗逆性。嫁接植株所需水分由根系通过愈合部位导管向上运输给接穗品种的茎叶和果实,而光合产物经愈合部位韧皮部筛管向下运输到砧木根系^[21]。在本试验中,嫁接亲和性差的组合红地球+LDP294的蒸腾速率与水分利用率显著低于亲和性强的组合红地球+双优、红地球+贝达,可能是由于亲和性低的嫁接组合的疏导系统不畅通所致,这与曹宝臣等^[22-23]的研究结果一致。

参考文献:

- [1] 李文学,张坤,郝燕.果实膨大期膜下滴灌量对日光温室红地球葡萄的影响[J].甘肃农业科技,2012(12):36-38.
- [2] 高登军.山丹县红地球葡萄日光温室延后栽培技术[J].甘肃农业科技,2013(3):60-62.
- [3] 石生元.赤霉酸浓度对红地球葡萄果穗及果粒的影响初报[J].甘肃农业科技,2014(3):32-33.
- [4] 巨智强,成自勇,王栋,等.水分胁迫对红地球葡萄生理生长的影响[J].甘肃农业科技,2015(2):42-45.
- [5] 葛炳.红地球葡萄产业生产调查研究—以伊犁河谷典型区域种植户为例[D].阿拉尔市:塔里木大学,2015.
- [6] 王幼群,杜中,韩静.南瓜属植物离体茎段嫁接维管组织的发育过程[J].西北植物学报,2000,20(1):54-58.
- [7] 李六林,杨佩芳,田彩芳,等.树莓光合特性的研究[J].园艺学报,2003,30(3):314-316.
- [8] HARVEY M P, BRAND M H. Division size and shade density influence growth and container production of *Hakonechloa macra* Makion Aureola[J]. Hortscience, 2002, 37(1): 196-199.
- [9] 谢田玲,沈禹颖,邵新庆,等.黄土高原4种豆科牧草净光合速率和蒸腾速率日动态及水分利用效率[J].生态学报,2004,24(8):1679-1686.
- [10] 卜令铎,张仁和,常宇,等.苗期玉米叶片光合特性对水分胁迫的响应[J].生态学报,2010,30(5):1184-1191.
- [11] 刘庆忠,董合敏,刘鹏,等.板栗的光合特性研究[J].果树学报,2005,22(4):335-338.
- [12] 杨江山,常永义,种培芳.樱桃不同节位叶片光合特性与解剖特征比较研究[J].果树学报,2005,22(4):323-326.
- [13] 高鹤,宗俊勤,陈静波,等.7种优良观赏草光合生理日变化及光响应特征研究[J].草业学报,2010,19(4):87-93.
- [14] 陈根云,陈娟,许大全.关于净光合速率和胞间 CO_2 浓度关系的思考[J].植物生理学通讯,2010,46(1):64-66.
- [15] 闫慧,吴茜,丁佳,等.不同降水及氮添加对浙江古田山4种树木幼苗光合生理生态特征与生物量的影响[J].生态学报,2013,33(14):4226-4236.
- [16] ZHANG D Y, WANG X H, CHEN Y, et al. Determinant of photosynthetic capacity in rice leaves under ambient air conditions[J]. Photosynthetica, 2005(43): 273-276.
- [17] 周怀军,张洪武,张晓.不同砧木大石早生李光合特性研究[J].西北林学院学报,2003,19(1):18-21.
- [18] 毛丽君.橡胶树砧木对砧穗苗期亲和性的影响[D].海口:海南大学,2011.
- [19] 张治安,杨福,陈展宇,等.菰叶片净光合速率日变化及其与环境因子的相互关系[J].中国农业科学,2006,39(3):502-509.
- [20] 李扬,黄建辉.库布齐沙漠中甘草对不同水分和养分供应的光合生理响应[J].植物生态学报,2009,33(6):1112-1124.
- [21] 褚怀亮,郑炳松.植物嫁接成活机理研究进展[J].安徽农业科学,2008,36(13):5405-5407.
- [22] 曹宝臣.红地球葡萄试管苗对离体嫁接不同砧木的生理响应[D].兰州:甘肃农业大学,2016.
- [23] 曹宝臣,李胜,马绍英,等.葡萄离体嫁接试管苗的光合特性差异性分析[J].分子植物育种,2016,14(7):1841-1846.

(本文责编:陈珩)