

滇中高原地区设施栽培不同葡萄品种光合特性研究

李雅善, 李强, 王波, 徐成东, 王振吉, 范树国

(楚雄师范学院 化学与生命科学学院, 云南 楚雄 675000)

摘要:为了探究滇中高原地区设施葡萄的光合特性,以楚雄地区“藤稔”“夏黑”“巨玫瑰”3个鲜食性葡萄品种叶片为试材,对其净光合速率(P_n)、气孔导度(G_s)、胞间 CO_2 浓度(C_i)、蒸腾速率(T_r)、水分利用效率(WUE)的日变化以及不同冠层光合参数的变化规律进行了分析。同时,对3个葡萄品种的光合-光响应曲线参数进行了研究。结果表明:3个葡萄品种的净光合速率、气孔导度和蒸腾速率均呈现先高后低的趋势,在 10:00—12:00 呈现最高值,在 16:00—18:00 降到最低值;“夏黑”和“藤稔”葡萄的净光合速率、气孔导度、蒸腾速率高于“巨玫瑰”,三者的净光合速率在 16:00 下降到最低值;不同葡萄品种下层葡萄叶片的净光合速率和气孔导度值显著低于中上层,而中层和上层叶片差异不显著;“巨玫瑰”葡萄的初始量子效率测定值显著低于“夏黑”和“藤稔”,三者通过拟合获得光饱和点值均显著低于测定值。

关键词:滇中高原;设施栽培;葡萄;光合特性;光响应曲线

中图分类号:S 663.128 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)16-0053-06

截至 2013 年底,我国设施葡萄栽培面积已超过 13.3 万 hm^2 ,是世界上最大的设施葡萄生产国之一^[1]。设施葡萄在延长鲜食葡萄供应期、调节淡季市场、增加农民收入和满足人们生活需求方面起着重要的作用^[2]。目前,云南省葡萄种植面积多达 3.3 万 hm^2 ,总产值约 135 亿元^[3]。其中设施葡萄作为高原特色葡萄产业的重要组成部分,在云南发展迅速^[4]。但是,当前学者对设施葡萄的研究主要集中于葡萄需冷量、葡萄灌溉、葡萄促早和延迟栽培技术、葡萄根域限制等 4 个领域^[5-6],并没有涉及设施葡萄的光合生理方面内容。而葡萄光合生理是葡萄栽培技术研究的重要内容,对果实品质和产量有着重要的影响^[7]。研究葡萄光合特性的变化规律,有助于为了解葡萄品种特性、改善栽培管理措施等提供理论依据,也对特定地区选择优良品种起着重要作用^[8]。现以设施葡萄的光合特性为切入点,对滇中高原地区 3 个主要鲜食葡萄品种的特性进行研究,以期对滇中地区鲜食葡萄的设施栽培提供理论依据。

第一作者简介:李雅善(1987-),男,河南鲁山人,硕士,助教,现主要从事葡萄生理生态等研究工作。E-mail:liyashan@cxtc.edu.cn。
基金项目:云南省高校特色植物资源研究与开发科技创新团队支持计划资助项目(IRTSTYN);云南省省级重点学科建设项目“生物学”和楚雄师范学院校级重点学科建设项目“生物学”资助项目(05YJJXK03);云南省高校应用生物学重点实验室基地建设资助项目;楚雄师范学院学术后备人才资助项目(14XJRC21);云南省应用基础研究计划青年资助项目(2016FD088)。

收稿日期:2016-04-15

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验于 2015 年 5 月上旬晴朗天气条件下在云南中耕农牧开发有限公司葡萄基地进行,该基地采用现代化连体大棚设施栽培模式。3 个试验葡萄品种为 2011 年定植,采用 Y 型架整形修剪,每棵树上留 4~6 个主梢,主梢留 9~12 个叶片摘心,副梢留 1 个叶片摘心,株行距为 0.8 m×2.5 m,其它管理方式相同。栽培棚架长 50 m,宽 7 m,高 4 m。葡萄栽培走向为东北-西南走向,土壤为红壤,灌溉采用滴灌。

1.2 试验材料

供试葡萄品种为“藤稔”(Vitis vinifera cv. 'Fujimino-ri')、“夏黑”(Vitis vinifera cv. 'Summer black')、“巨玫瑰”(Vitis vinifera cv. 'Jumeigui'),以其叶片为试材。

1.3 试验方法

1.3.1 中部叶片光合指标 每个葡萄品种选择长势一致,无病虫害的 3 棵植株,在每棵植株中部选择一片完整、无病虫害的成熟葡萄叶片进行光合指标的测定,重复 3 次。08:00—18:00 每隔 1 h 测定 1 次。

1.3.2 不同叶位叶片光合指标 在晴朗的天气,每个葡萄品种选择长势一致,无病虫害的 3 棵植株,每棵植株不同冠层选择一片完整,无病虫害,成熟的葡萄叶片在葡萄光合作用最强的时段,对 3 个葡萄品种上冠层(第 8 片及以上叶片)、中冠层(第 4~7 叶片)、下冠层(第 1~3 叶片)进行光合指标的测定,重复 3 次。

1.4 项目测定

1.4.1 光合指标的测定 采用 Li-6400xt 便捷式光合仪对 3 个葡萄品种进行光合指标测定,光合指标包括净光合速率($Pn, \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)、气孔导度($G_s, \text{mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)、胞间 CO_2 浓度($C_i, \mu\text{mol} \cdot \text{mol}^{-1}$)、蒸腾速率($Tr, \text{mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)、水分利用率($WUE, \mu\text{mol} \cdot \text{mol}^{-1}$)。并采用 LI-6400XT 自带红蓝光源,将光强分别设定为 0、20、50、100、150、200、400、600、800、1 000、1 200、1 400、1 600、1 800、2 000 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 15 个梯度,测量葡萄的净光合速率,为葡萄光合光响应曲线参数的测定提供数据。每个光强条件下测量 3 次。

1.4.2 光合光响应曲线参数的测定 为了进一步分析葡萄叶片的光合特性,该研究分别采用直角双曲线模型、非直角双曲线模型^[9]对不同品种的葡萄叶片进行光合光响应曲线拟合分析,获得初始量子效率、光补偿点、光饱和点、暗呼吸速率、最大净光合速率等多个光合光响应参数,并将其与实际测定值进行比较分析,拟合方法参见文献[10]。初始量子效率、最大净光合速率、暗呼

吸速率及决定系数可通过拟合结果直接获得,光补偿点、光饱和点的测定方法参见文献[11]。

1.5 数据分析

采用 Excel 对原始数据进行处理,并计算均值和标准差,采用 Origin 8.0 软件制作光响应曲线,采用 SPSS 19.0 软件对试验数据进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 不同葡萄品种叶片光合参数日变化

由图 1 可以看出,3 个葡萄品种净光合速率日变化均呈“升高-降低-升高”的趋势。在 10:00 之前,3 个葡萄品种的净光合速率一直在上升,直到 10:00 达到最高点,而后则快速下降,在 16:00 时下降到最低点,接着又开始上升,但上升程度不大。“夏黑”净光合速率最高值为 $21.41 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,略高于“藤稔”的 $20.02 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ，“巨玫瑰”最低,为 $13.68 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ，“夏黑”比“巨玫瑰”高 56.51%。在最低点时则是“夏黑”最低,而“巨玫瑰”最高,“藤稔”居中。整体来看,“夏黑”和“藤稔”的光合产物积累要高于“巨玫瑰”。

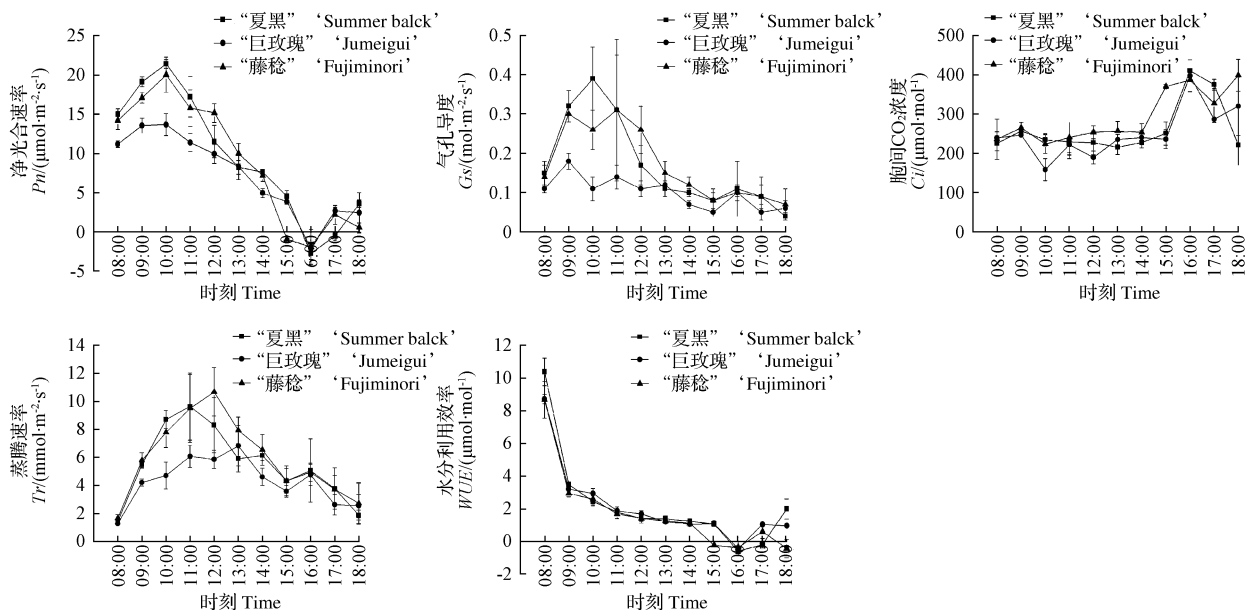


图 1 不同葡萄品种叶片净光合速率、气孔导度、胞间 CO_2 浓度、蒸腾速率和水分利用效率日变化

Fig. 1 Daily variation of the net photosynthetic, stomatal conductance, intercellular CO_2 concentration, transpiration rate and water use efficiency of three different grapevine leaves

气孔导度的整体趋势与净光合速率的日变化趋势总体相似,也大致呈“升高-降低-升高”的趋势。在 09:00 以前三者均上升,但是 09:00 以后“夏黑”继续上升,而其它 2 个品种则呈现短暂下降。“夏黑”在 10:00 达到最高点,随后不断下降,而“藤稔”和“巨玫瑰”在 10:00—11:00 先升高,11:00 后才开始下降。三者 15:00 均出现一个低谷,然后开始略微上升,在 16:00 后逐渐下降,而“巨

玫瑰”在 17:00—18:00 略微上升。整体上看,“夏黑”和“藤稔”的气孔导度高于“巨玫瑰”,这与净光合速率变化趋势一致。

整体来看,胞间 CO_2 浓度在 14:00 以前除“巨玫瑰”外,其它都基本稳定,“巨玫瑰”在 09:00—11:00 有一个先下降后上升的过程。“藤稔”葡萄在 14:00 以后迅速上升,而其它 2 种葡萄品种则继续保持稳定到 15:00 才开

始迅速上升,在 16:00 达到最大值,随后下降。但是在 17:00—18:00 三者表现不一致,“夏黑”葡萄继续下降,而其它 2 个品种则上升。

蒸腾速率日变化图与净光合速率和气孔导度趋势相似,总体呈现出“双峰”曲线。三者的第 1 个高峰出现时间不同,其中“夏黑”在 11:00 最先达到,随后“藤稔”在 12:00 达到最大值,而“巨玫瑰”则在 13:00 达到最大值。在第 1 个峰值出现后,均开始下降,三者在 15:00 达到一个低谷,随后在 16:00 达到第 2 个峰值,接着下降。整体来看,“藤稔”葡萄的蒸腾速率要高于其它 2 个品种。

3 个葡萄品种的水分利用效率变化趋势在 16:00 之前三者均呈下降趋势,16:00 下降到最低点,且均呈负值。其中“藤稔”在 14:00 明显下降,而其它品种则在 15:00 才迅速下降。随后“夏黑”一直上升,而其它 2 个品种 17:00 后则出现下降。

2.2 3 个葡萄品种不同叶位叶片光合指标的差异性分析

不同冠层的葡萄叶片由于光照强度、叶片活力等因素的不同,会导致不同光合参数产生差异。从表 1 可以看出,3 个葡萄品种上层和中层的净光合速率显著高于下层;气孔导度方面,“巨玫瑰”和“藤稔”的中上层气孔导度显著高于下层,而“夏黑”葡萄的上层显著高于下层,

但上层和中层及中层和下层之间的差异不显著;3 个葡萄品种在胞间 CO_2 浓度方面表现较为一致,上层、中层和下层的数值呈递减趋势,但 3 个叶幕层处理间的差异均不显著;在蒸腾速率方面,3 个不同叶层表现的不尽一致,叶幕层由上而下的蒸腾速率逐渐减小,但是“夏黑”和“藤稔”3 个叶幕层之间差异不显著,而“巨玫瑰”上层和中层显著高于下层;水分利用效率方面表现的趋势不一致,但 3 个叶幕层差异并不显著。

由表 1 进一步分析可知,“夏黑”3 个叶幕层的净光合速率显著高于“藤稔”和“巨玫瑰”,而“巨玫瑰”又显著低于“藤稔”;气孔导度方面,“夏黑”的不同冠层要显著高于与之对应的“巨玫瑰”和“藤稔”;不同品种同一叶幕层水平之间胞间 CO_2 浓度差异均不显著;“夏黑”葡萄蒸腾速率显著高于“藤稔”和“巨玫瑰”,后 2 个品种间的差异不显著;水分利用效率方面,就叶幕层上层和下层来说,“藤稔”葡萄显著高于“夏黑”和“巨玫瑰”,“巨玫瑰”又显著低于“夏黑”;中层叶幕层上,“夏黑”和“藤稔”差异不显著,但 2 个品种都显著高于“巨玫瑰”。“藤稔”(Vitis vinifera cv. 'Fujiminori')、‘夏黑’(Vitis vinifera cv. 'Summer black')、‘巨玫瑰’(Vitis vinifera cv. 'Jumeigui')

表 1 不同冠层叶片光合参数

Table 1 The photosynthetic parameters of different canopy

品种 Variety	冠层 Canopy	净光合速率 $P_n/(\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1})$	气孔导度 $G_s/(\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1})$	胞间 CO_2 浓度 $C_i/(\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1})$	蒸腾速率 $Tr/(\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1})$	水分利用效率 $WUE/(\mu\text{mol} \cdot \text{mol}^{-1})$
“夏黑”Vitis vinifera cv. 'Summer black'	上层	22.07±1.12a(a)	0.44±0.03ab(a)	264.40±28.59a(a)	9.05±0.59a(a)	2.44±0.16a(b)
	中层	21.41±0.55a(a)	0.39±0.08bc(a)	234.82±15.43a(a)	8.71±0.64a(a)	2.46±0.13a(a)
	下层	18.81±0.49b(a)	0.28±0.07c(a)	222.03±23.20a(a)	7.67±0.85a(a)	2.47±0.26a(b)
“巨玫瑰”Vitis vinifera cv. 'Jumeigui'	上层	13.88±0.84a(c)	0.21±0.03a(c)	242.87±19.10a(a)	7.56±0.63a(b)	1.84±0.13a(c)
	中层	12.86±1.85a(c)	0.17±0.01a(b)	230.21±15.09a(a)	6.82±0.72a(b)	1.89±0.24a(b)
	下层	6.47±1.69b(c)	0.07±0.04b(c)	190.39±38.84a(a)	3.67±1.45b(b)	1.82±0.23a(c)
“藤稔”Vitis vinifera cv. 'Fujiminori'	上层	19.54±1.46a(b)	0.33±0.04a(b)	244.08±4.92a(a)	7.00±0.70a(b)	2.80±0.22a(a)
	中层	17.76±1.35a(b)	0.27±0.07a(b)	226.93±26.91a(a)	6.89±1.09a(b)	2.61±0.33a(a)
	下层	14.91±1.04b(b)	0.18±0.02b(b)	210.70±12.23a(a)	5.28±0.64a(b)	2.84±0.22a(a)

注:括号里的不同小写字母表示同一高度水平下、不同葡萄品种间光合参数差异显著($P<0.05$);不带括号的不同小写字母表示同一葡萄品种条件下、不同高度水平下光合参数之间差异显著($P<0.05$)。

Notes: Different lowercase letters in parentheses indicate significant differences of different photosynthetic parameters across four grape varieties under the same height, but different lowercase letters without parentheses indicate significant differences of different photosynthetic parameters across three different height under the same grape varieties according to test ($P<0.05$).

2.3 不同葡萄品种叶片光合光响应曲线对比分析

由表 2 可知,就初始量子效率而言,3 个葡萄品种在 2 种拟合方式及实际测量条件下,得到的初始量子效率在 0.045~0.092。在“夏黑”“藤稔”葡萄中,经过直角双曲线和非直角双曲线拟合获得的初始量子效率显著高于测量值,而“巨玫瑰”葡萄的拟合值与测量值差异则不显著。3 个葡萄品种中,“藤稔”直角双曲线拟合获得的初始量子效率显著高于其它 2 个品种,而“巨玫瑰”则显著低于直角双曲线模型和测定值。经过非直角双曲线

拟合获得的初始量子效率,“夏黑”和“藤稔”差异不显著,而“巨玫瑰”显著低于前 2 个品种。在测定值中,同样是“巨玫瑰”显著低于其余 2 个葡萄品种。综合来看,“巨玫瑰”的初始量子效率显著低于“夏黑”和“藤稔”。

对于光补偿点和光饱和点,不能通过拟合直接获得,是在拟合获得的参数基础上通过一定计算获得的。整体来看,无论是通过模型拟合还是测定所获得的光补偿点处于 16.793~35.004 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,而光饱和点在 476.305~1 733.333 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。对于“夏黑”

葡萄,光补偿点在测定值与直角双曲线模型之间及直角双曲线与非直角双曲线模型之间的差异不显著,但非直角双曲线模型显著低于测定值。“藤稔”葡萄通过非直角双曲线拟合获得的光补偿点显著低于直角双曲线模型和测定值,而“巨玫瑰”葡萄的光补偿点在三者之间差异并不显著。3个葡萄品种中,通过直角双曲线模型拟合获得及测定的光补偿点,“夏黑”葡萄显著高于“藤稔”和“巨玫瑰”,“藤稔”又显著高于“巨玫瑰”,而通过非直角双曲线模型获得的光补偿点三者之间无显著性差异。对于光饱和点,3个葡萄品种的测定值均显著高于通过拟合获得的值,对于“藤稔”和“巨玫瑰”,通过非直角双曲线拟合获得值又显著高于直角双曲线拟合获得值。3个葡萄品种的光饱和点测定值间无显著性差异,通过直角双曲线拟合获得的光饱和点中“藤稔”显著低于其它2个品种,而通过非直角双曲线拟合获得的值中“夏黑”显著低于“巨玫瑰”。

3个葡萄品种的暗呼吸速率介于0.820~2.683 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ，“夏黑”葡萄拟合值与测定值差

表 2

葡萄叶片光合光响应参数测定值与模型拟合值

Table 2

The measured data of light response of net photosynthetic rate of grape leaves and the results fitted

品种 Varieties	模型 Model	初始量子效率 Initial quantum efficiency	光补偿点 Light compensation point /($\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)	光饱和点 Light saturation point /($\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)	暗呼吸速率 Dark respiratory rate /($\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)	最大净光合速率 Maximum net photosynthetic rate/($\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)	决定系数 Determination coefficient(R^2)
“夏黑”	直角双曲线模型	0.084±0.002a(b)	31.743±1.082bc(a)	593.039±6.535b(a)	2.456±0.042a(a)	31.835±0.373a(a)	0.997±0.001
<i>Vitis vinifera</i> cv. ‘Summer black’	非直角双曲线模型	0.083±0.012a(a)	26.152±7.106c(a)	567.928±71.441b(c)	2.145±0.618a(a)	30.399±3.982a(a)	0.986±0.003
“巨玫瑰”	测定值	0.057±0.001b(a)	35.004±1.368ab(a)	1 733.333±115.470a(a)	2.683±0.197a(a)	24.333±0.208b(a)	—
<i>Vitis vinifera</i> cv. ‘Jumeigui’	直角双曲线模型	0.053±0.004a(c)	18.063±1.356a(c)	601.592±25.782c(a)	0.924±0.108b(b)	25.940±0.775b(b)	0.985±0.001
“藤稔”	非直角双曲线模型	0.049±0.008a(b)	23.505±4.278a(a)	675.702±11.791b(ab)	0.820±0.229b(c)	29.282±1.116a(a)	0.961±0.008
<i>Vitis vinifera</i> cv. ‘Fujiminori’	测定值	0.045±0.001a(c)	22.244±2.233a(c)	1 600.000±0.000a(a)	1.756±0.076a(b)	20.067±0.153c(b)	—
“藤稔”	直角双曲线模型	0.092±0.003a(a)	27.241±1.402a(b)	476.305±12.004c(b)	2.274±0.176a(a)	23.453±0.218b(c)	0.994±0.001
<i>Vitis vinifera</i> cv. ‘Fujiminori’	非直角双曲线模型	0.090±0.002a(a)	16.793±2.098b(a)	600.423±21.313b(bc)	1.497±0.203c(b)	29.963±0.032a(a)	0.979±0.004
“藤稔”	测定值	0.053±0.002b(b)	29.722±2.653a(b)	1 600.000±0.000a(a)	1.907±0.129b(b)	18.663±0.199c(c)	—

注:括号里的不同小写字母表示同一拟合模型(或在测定值)条件下、不同葡萄品种间差异显著($P<0.05$);不带括号的不同小写字母表示同一葡萄品种条件下、不同模型及测定值之间差异显著($P<0.05$)。

Notes: Different lowercase letters in parentheses indicate significant difference across their grape varieties under the same fitting model, but different lowercase letters without parentheses indicate significant differences across three fitting models and the measured value under the same grape varieties according to test($P<0.05$).

3 结论与讨论

该研究通过对楚雄地区设施葡萄光合特性的分析,主要获得以下结论。1)“夏黑”和“藤稔”葡萄的净光合速率、气孔导度、蒸腾速率要高于“巨玫瑰”,三者的净光合速率在16:00下降到最低值,此时均为负值,反映出呼吸速率要大于光合速率。2)不同葡萄品种的净光合速率、气孔导度和蒸腾速率均呈现前高后低的态势,在10:00—12:00呈现出最高值,而在16:00—18:00降到最低值。而胞间 CO_2 浓度则与前三者趋势相反,呈现前低后高的趋势。水分利用效率则类似反比例函数,在08:00值最高。3)不同葡萄品种的净光合速率和气孔导度值,下层葡萄叶片显著低于中上层,中层和上层叶片差异不显著。而对于葡萄叶片的胞间 CO_2 浓度、蒸腾速率和水分利用

异均不显著,“巨玫瑰”葡萄暗呼吸速率的测定值显著高于拟合值,“藤稔”葡萄的测定值显著低于直角双曲线模型拟合值,但显著高于非直角双曲线模型拟合值。通过直角双曲线拟合获得的值中,“夏黑”和“藤稔”差异不显著,但均显著高于“巨玫瑰”。通过非直角双曲线拟合获得的值中,“夏黑”显著高于“藤稔”和“巨玫瑰”,而“藤稔”又显著高于“巨玫瑰”。测定值中,“夏黑”显著高于“藤稔”和“巨玫瑰”,而后2个品种差异不显著。

3个葡萄品种中最大净光合速率处于18.663~31.835 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,3个葡萄品种的测定值显著低于拟合获得的值。“巨玫瑰”和“藤稔”通过非直角双曲线拟合获得值显著高于直角双曲线拟合值,而“夏黑”的拟合值之间差异不显著。通过直角双曲线获得的值和测定值中,“夏黑”显著高于“巨玫瑰”和“藤稔”,“巨玫瑰”又显著高于“藤稔”,而通过非直角双曲线拟合的获得值在3个葡萄品种之间差异不显著。通过直角双曲线和非直角双曲线拟合获得的决定系数均较高,范围在0.961~0.997,显示出了较高的拟合度。

效率3个参数,上、中、下层的差异均不显著。4)“巨玫瑰”葡萄的初始量子效率和暗呼吸速率低于“夏黑”和“藤稔”,三者通过拟合获得光饱和点值均显著低于测定值。

据前人的研究,葡萄的净光合速率日变化多呈现双峰曲线^[12-14],而该研究的双峰曲线不是很明显,“夏黑”葡萄甚至只呈现单峰曲线(图1)。在前人的研究中,白天几乎没有出现净光合速率为负值的情况,而该研究结果显示在16:00左右葡萄的净光合速率为负值(图1)。这可能是由于葡萄栽培方式不同。因此,对于葡萄生产者来说,在15:00以后应该加强通风措施,以降低大棚内的温度和增加二氧化碳浓度,为光合作用提供良好的条件,增加有机物的积累。也可通过增施 CO_2 气肥,提高葡萄光合作用^[15]。由于净光合速率出现了负值,而根据

水分利用效率的计算方式,水分利用效率相应地在相同的时间段内也出现了负值,但其趋势与李雅善等^[12]的研究结果大致相同。

对于同一葡萄品种,上层叶片的净光合速率显著高于下层叶片,气孔导度也有同样表现,说明净光合速率与气孔导度存在着较强的相关性,这与房林等^[16]的研究结果相同。而张东华^[17]的研究结果表明,葡萄中部叶片净光合速率最高,这与该研究结果有所不同,造成这种差异的原因可能是试验时葡萄所处的物候期不同。

初始量子效率是植物叶片光合光响应曲线在光强为0时的斜率,反映出叶片对弱光的利用能力,通过直角双曲线、非直角双曲线拟合可以直接获得^[18]。而实际测定的初始量子效率则需要低光强($0\sim 200\ \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)下进行直线拟合,此时获得的直线斜率严格意义上应称之为表观量子效率,有不少文献曾将初始量子效率与表观量子效率相混淆^[19-21]。植物表观量子效率理论上可以达到 $0.083\sim 0.125$ ^[22],但在实际条件下只能在 $0.040\sim 0.070$,该研究获得的表观量子效率在上述范围内。通过双曲线拟合获得的光饱和点要远低于实际测定值,这与李雅善等^[12]研究结果相一致,也显示出了直角双曲线、非直角双曲线在通过拟合获得光饱和点时不如修正直角双曲线准确^[18]。该研究仅对设施栽培葡萄的光合特性进行初步分析,根据分析结果,下一步将从栽培技术措施进行研究,为提高葡萄产量提供理论支撑。

参考文献

- [1] 穆维松,高阳,王秀娟,等.我国设施葡萄生产的成本收益比较研究[J].中外葡萄与葡萄酒,2014(3):20-24.
- [2] 罗全勋,李玉鼎,纳卫华,等.阴阳结合型日光温室葡萄促成与延后栽培技术[J].中外葡萄与葡萄酒,2010(3):47-50.
- [3] 陆晓英,李贵华,白明第,等.云南葡萄产业现状调查[J].热带农业科学,2015,35(7):35-41.
- [4] 张永辉,刘海刚,张武,等.云南高原特色葡萄产业现状及建议[J].中外葡萄与葡萄酒,2013(5):64-66.
- [5] 李峰,高丽,王强,等.我国设施葡萄栽培技术研究进展[J].现代农业科技,2015(12):118-119.
- [6] 孔小平,魏廷珍.高原设施葡萄促早、延迟栽培技术[J].江苏农业科学,2015,43(10):210-213.
- [7] 叶红莲,王连春.三个引进葡萄柚品种的光合特性对比[J].北方园艺,2015(13):6-9.
- [8] 金莉,周琦,李长林,等.巨玫瑰和辽峰2个葡萄品种叶片光合日变化及其与环境因子的相关性[J].西北农业学报,2015,24(7):92-97.
- [9] TORNLEY J H M. Mathematical models in plant physiology[M]. London:Academic Press,1976:86-110.
- [10] 李雅善,李华,王华,等.设施栽培下不同灌溉处理对‘希姆劳特’植株生长及果实的影响[J].中国农业科学,2014,47(9):1784-1792.
- [11] 叶子飘,于强.光合作用光响应模型的比较[J].植物生态学报,2008,32(6):1356-1361.
- [12] 李雅善,李华,徐成东,等.不同灌溉条件下葡萄叶片光合特性研究[J].北方园艺,2015(14):1-6.
- [13] 张付春,潘明启,卢春生.吐鲁番四个葡萄品种光合日变化及其光响应特征[J].新疆农业科学,2011,48(6):1001-1005.
- [14] 伍新宇,潘明启,杨琳,等.帕米尔高原葡萄延晚栽培气象因子与成熟期光合作用[J].新疆农业科学,2015,52(9):1607-1614.
- [15] 常娟,吴玉霞,常永义.日光温室冬季增施 CO_2 气体对延后红地球葡萄生长发育的影响[J].中外葡萄与葡萄酒,2014(3):30-34.
- [16] 房林,张振文,贾媛媛,等.赤霞珠葡萄光合生理生态特性的研究[J].北方园艺,2010(19):8-12.
- [17] 张东华.四个葡萄品种光合特性的比较研究[D].沈阳:沈阳农业大学,2006:24.
- [18] 李雅善,李华,王华,等.赤霞珠葡萄光合-光响应曲线拟合模型的比较分析[J].西北林学院学报,2013,28(2):20-25.
- [19] 种培芳,苏世平,高颀,等.4个地理种源白刺气体交换特性比较[J].草业学报,2013,22(2):307-312.
- [20] 孙英,陈建纲,张德罡,等.东祁连山高寒草甸优势植物光响应特征[J].草地学报,2012,20(2):244-249.
- [21] 李林芝,张德罡,辛晓平,等.呼伦贝尔草甸草原不同土壤水分梯度下羊草的光合特性[J].生态学报,2009,29(10):5271-5279.
- [22] 余叔文.植物生理学和分子生物学[M].北京:科学出版社,1992:236-243.

Study on Photosynthetic Characteristics of Different Grape Varieties in Protected Cultivation of Central Yunnan Plateau

LI Yashan, LI Qiang, WANG Bo, XU Chengdong, WANG Zhenji, FAN Shuguo

(Department of Chemistry and Life Science, Chuxiong Normal University, Chuxiong, Yunnan 675000)

Abstract: In order to explore the photosynthetic characteristics of table grape in protected cultivation in central Yunnan Plateau, three representative grape varieties were selected as material from Chuxiong, then the change law of the net photosynthetic, stomatal conductance, intercellular CO_2 concentration, transpiration rate, water use efficiency and the photosynthetic parameters of different canopy were analyzed. Furthermore, the light response curves were also be analyzed. The results showed that the net photosynthetic, stomatal conductance and transpiration rate presented after the first high low, the highest value showed between 10:00—12:00 o'clock, and the lowest value showed between 16:00—18:00 o'clock. The net photosynthetic, stomatal conductance and transpiration rate of ‘Fujiminori’ and ‘Summer black’ were higher than ‘Jumeigui’, the lowest net photosynthetic value of three grape varieties showed at 16:00 o'clock. The

DOI:10.11937/bfyy.201616015

宁夏设施春茬薄皮甜瓜品种筛选试验

赵云霞, 崔静英, 谢 华, 裴红霞, 高晶霞, 秦小军

(宁夏农林科学院 种质资源研究所, 宁夏 银川 750002)

摘 要:以引进宁夏的 13 个薄皮甜瓜品种为试材, 对其进行了设施春茬甜瓜品种农艺性状比较试验, 以期筛选适宜宁夏设施春茬栽培的薄皮甜瓜品种, 为实际生产中品种选择提供理论依据。结果表明:“鲁青脆玉”“特级日本甜宝”“鲁青 1 号”“钻石”综合性状最好, 适合宁夏设施春茬栽培。

关键词:薄皮甜瓜; 设施; 春茬; 品种筛选

中图分类号:S 652 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2016)16-0058-03

宁夏属于全国甜瓜优势产区之一, 种植面积达到 4 600 hm²^[1], 其中宁夏银川地区薄皮甜瓜主要以露地、小拱棚和塑料中棚爬地栽培为主, 每年种植面积在 333 hm² 以上^[2]。近年来, 随着宁夏日光温室面积的不断发展, 温室薄皮甜瓜的种植面积不断扩大, 特别是秋冬季和春季 2 茬设施甜瓜给种植农户带来了较好的经济效益^[3]。但是品种单一的栽培方式, 造成了甜瓜病虫害防治困难, 甚至发生了甜瓜上市集中, 易滞销等问题。因此, 为提高瓜农的经济效益, 迫切需要引入新品种解决目前存在的问题^[4]。现以引进宁夏的 13 个薄皮甜瓜品种进行春茬品种比较试验, 以期筛选出适宜宁夏设施春茬栽培的薄皮甜瓜品种, 为实际生产中品种选择提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试薄皮甜瓜品种见表 1, 以薄皮甜瓜主栽品种“钻石”为对照。

第一作者简介:赵云霞(1983-), 女, 硕士, 助理研究员, 现主要从事蔬菜学等研究工作。E-mail:yunxiazhao2011@163.com.

责任作者:谢华(1965-), 男, 本科, 研究员, 现主要从事蔬菜栽培技术研究等工作。E-mail:xiehua0002@163.com.

基金项目:国家科技支撑计划资助项目(2014BAD05B02); 宁夏科技支撑计划资助项目(2015BN04); 大宗蔬菜产业技术体系资助项目(CARS-25-G-50)。

收稿日期:2016-04-20

石”为对照。

1.2 试验方法

该试验在宁夏贺兰园艺产业园温室内进行。采用地上式砖槽栽培模式, 槽高 32 cm, 槽宽 60 cm, 槽间距 90 cm。采用商品基质栽培, 2015 年 3 月 3 日定植, 株距 35 cm, 双行种植, 每畦 36 株, 设 3 次重复, 小区面积 18 m²。生长期采用滴灌方式浇水, 统一追肥管理, 定植后 15 d 追施伸蔓肥, 甜瓜果实坐稳后追施第 1 次膨瓜肥, 7 d 后追施第 2 次膨瓜肥。其它按常规方法管理。

表 1 供试材料品种和来源

Table 1 Cultivar name and origin of oriental melon

序号 No.	品种 Variety	皮色 Fruit color	品种来源 Source of cultivar
1	“钻石”	绿黄色	北京圣尼亚种业有限公司
2	“特甜钻石”	绿黄色	北京圣尼亚种业有限公司
3	“现代碧玉”	绿色	哈尔滨佳禾农业开发有限公司
4	“新雪蜜”	白黄色	宁夏巨丰种苗有限责任公司
5	“特级日本甜宝”	黄绿色	长春大富农种苗科贸有限公司
6	“鲁青 1 号”	绿色	济南鲁青种苗有限公司
7	“鲁青脆玉”	白色	济南鲁青种苗有限公司
8	“白玉”	白色	农友种苗(中国)有限公司
9	“绿 1 号”	绿色	安徽福斯特种苗有限公司
10	“黄 1 号”	深黄色	安徽福斯特种苗有限公司
11	“黄 2 号”	黄色	安徽福斯特种苗有限公司
12	“黄 3 号”	黄绿色	天津德瑞特种业有限公司
13	“天津白皮 1 号”	白黄色	天津德瑞特种业有限公司

1.3 项目测定

甜瓜生育期的调查: 记录甜瓜品种的播种期、定植

net photosynthetic and stomatal conductance of bottom canopy of grape were significant lower than middle-upper part, but the value between middle and upper part was not significant. The measured value of initial quantum efficiency of ‘Jumeigui’ was lower than ‘Fujiminori’ and ‘Summer black’, the light saturation points required of fitting was significant lower than measured value.

Keywords: central Yunnan Plateau; protected cultivation; grape; photosynthetic characteristic; light response curve