

设施栽培条件下葡萄盛花期的光合特性

刘廷松* 李桂芬**

(山东省酿酒葡萄科学研究所, 济南 250100)

摘要: 对设施栽培条件下‘红双味’葡萄花期净光合速率 (P_n) 日变化规律, 设施内各生态因子, 尤其是光照强度和 CO_2 浓度对葡萄光合作用的影响进行了研究。晴天栽培设施内葡萄叶片的 P_n 日变化呈明显的双峰曲线, 阴天时葡萄叶片 P_n 的日变化趋势主要决定于光照强度的日变化。晴天的 P_n 明显高于阴天。研究葡萄叶片 P_n 对光照强度和 CO_2 浓度的响应曲线得出, 葡萄叶片的光饱和点为 $1000 \mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$, 光补偿点为 $21.3 \mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$, CO_2 饱和点为 $1700 \mu L \cdot L^{-1}$, CO_2 补偿点为 $54.6 \mu L \cdot L^{-1}$ 。

关键词: 葡萄; 设施栽培; 净光合速率 (P_n)

中图分类号: S 663.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 0513-353X (2003) 05-0568-03

1 目的、材料与方法

研究设施栽培条件下葡萄的光合特性, 有助于探讨设施栽培条件下葡萄的生理生态特性, 建立高产、优质的设施栽培模式。

试验于 2001 年 4 月在山东省平度市大泽山镇日光温室 (一面坡式塑料薄膜大棚) 里进行, 薄膜的透光率为 65 %。材料为 3 年生‘红双味’葡萄, 株行距为 $0.5 m \times 1.0 m$, 单篱架栽培。选择设施内葡萄盛花期进行测试。净光合速率 (P_n) 的测定采用英国 PP Systems 公司生产的 CIRAS-1 便携式光合系统, 光合有效辐射 (PAR)、叶温 (TL)、 CO_2 浓度 (Ca)、相对湿度 (RH) 同时测得。测定 P_n 日变化时, 在典型的晴天和阴天, 选择生长发育良好的植株 (6 株) 上对称性好、发育正常的功能叶片 (每株固定两片叶) 进行测定, 从 7:00~17:00 每 1 h 测定 1 次。测定葡萄叶片 P_n 对 PAR 的响应曲线时, 用全自动叶室光源调节光照强度, 光合系统能够自动供应并控制 CO_2 浓度, 同时保持稳定的 RH 和 TL。测定 P_n 对 Ca 的响应曲线时, 用 CO_2 钢瓶供气, 用叶室光源控制 PAR, 同时控制 TL 和 RH。

2 结果与分析

2.1 花期 P_n 的日变化

图 1 中两条曲线分别是 2001 年 4 月 15 日 (晴天) 和 4 月 8 日 (阴天) ‘红双味’葡萄叶片 P_n 的日变化。可见, 晴天 P_n 的日变化呈明显的双峰曲线 (这与国内外研究结果^[1]一致), 且明显高于阴天 (阴天只有晴天的 46.1 %), “午休”现象出现在 13 时左右。阴天 P_n 也表现为双峰曲线, 第 2 次峰值和低谷均比晴天提前 1 h。无论晴天和阴天, 在出现第 2 次峰值以后, P_n 都迅速下降, 阴天 16 时以后为负值。

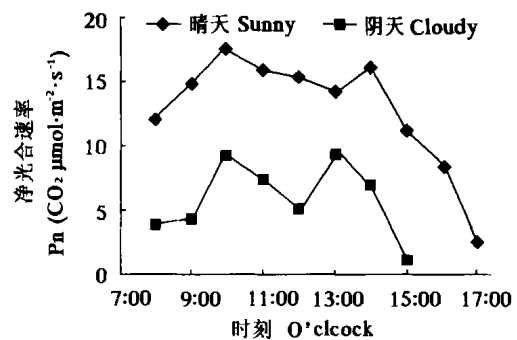


图 1 不同天气栽培设施内“红双味”葡萄 P_n 的日变化
Fig. 1 Daily variation of P_n of ‘Hongshuangwei’ grape in protected cultivation

收稿日期: 2003 - 01 - 10; 修回日期: 2003 - 05 - 07

基金项目: 山东省科技攻关项目 (981010409)

* 现在地址: 中国农业大学生物学院, 100094; ** 现在地址: 中国农业大学农学与生物技术学院, 100094。

2.2 设施内主要生态因子对 P_n 的影响

从图 2 可以看出, 晴天光合作用开始较早, 8 时左右设施内 Ca 下降到稍高于大气中 Ca 。此时, TL 在 25.4 左右, RH 适宜 (42 %), 是光合作用的有利因子, 但此时 P_n 反而较低, 这是由于 PAR 较低 ($357 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$), 成为光合作用的限制因子。通风以后, TL 先稍有下降, 紧接着逐渐升高, 同时, PAR 迅速增强, RH 变化不明显 (43 %), 设施内 Ca 接近大气水平 ($350 \mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$), 这些促进因子使得葡萄 P_n 迅速升高, 在 10 时达到全天最高峰 ($17.5 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)。此后, PAR 继续上升, 在 11 时左右达到全天最高峰 ($856 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$), 并在 11~13 时保持较高水平, 成为光合作用的有利条件, 但由于此时 TL 较高 (达 30~31.8), RH 也偏低 (34 %), 致使 P_n 持续下降, 在 13 时出现“午休”低谷。与前人的研究结果基本一致, 光合“午休”现象主要是温度高, 湿度低, 导致蒸腾强烈而引起的^[1,2]。13 时以后, PAR 迅速减弱 ($449 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$), 但由于 TL 下降 (27.3), P_n 在 14 时时出现了第 2 个峰值 (CO_2 $15.9 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)。此后, 由于 PAR 降低, 成为关键性的限制因子, P_n 随着 PAR 的迅速减弱而迅速降低, 导致设施内 Ca 开始逐渐回升。

阴天时, 设施内上午 Ca 较高 (平均为 $427.3 \mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$), 下午接近大气水平, 全天 TL 维持在 25 左右, 均是光合作用的促进因子。但由于 PAR 偏低 (全天最高值只有 $300 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 平均为 $191.8 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$), 成为光合作用的限制因子, 加之 RH 较高 (平均为 60.6 %, 全天最低值高达 49.5 %), 所以全天 P_n 维持在较低的水平 (平均为 CO_2 $5.9 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$), 而且 P_n 的日变化曲线与 PAR 的日变化基本同步, 在 12 时左右出现低谷, 在 10 时和 13 时左右出现两次峰值。可见, 阴天 P_n 日变化呈现双峰完全是由 PAR 的变化决定的。

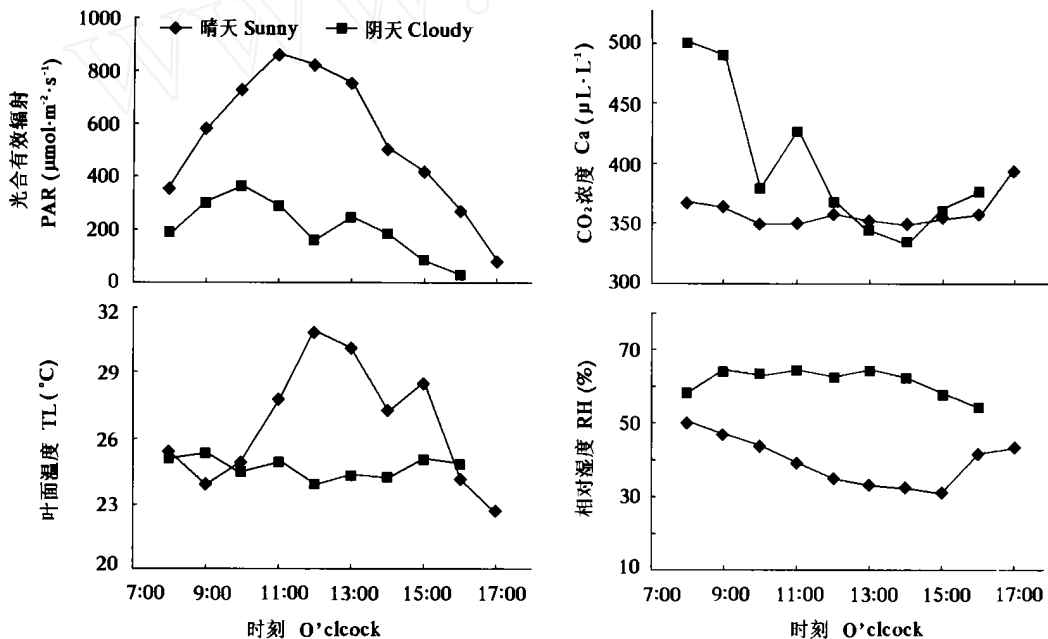


图2 栽培设施内 PAR 、 Ca 、 TL 和 RH 的日变化

Fig. 2 Daily variation of PAR , Ca , TL and RH in protected cultivation

2.3 栽培设施内 PAR 、 Ca 对 P_n 的影响

在 TL (25 ± 1), RH 接近大气湿度 (45 %), Ca $400 \mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ (高于大气) 条件下, P_n 对 PAR 的响应曲线表明: 在弱光 (低于 $200 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) 下, P_n 与 PAR 呈线性相关 (图 3)。随着 PAR 的逐渐增强, P_n 逐渐增加。当 PAR 增大到较高 ($800 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) 时, P_n 的增加趋于平缓, 并逐渐达到饱和。‘红双味’葡萄叶片的光饱和点为 $1000 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。对响应曲线的初始部分 (PAR 低于 $200 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 时) 作线性回归, 由回归方程可以计算出葡萄叶片的光补偿点为 $21.3 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

在 TL (25 ± 1) , RH 接近大气湿度 (45 %) , PAR 为 $1000 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 条件下 Pn 对 Ca 的响应曲线表明: 随着 CO_2 浓度的增加, Pn 迅速提高 (图 4)。在低 Ca (低于 $300 \mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$) 下, Ca 与 Pn 呈线性相关。以后, 随着 Ca 的增加, Pn 逐渐提高, 最终趋于饱和。葡萄叶片的 CO_2 饱和点为 $1700 \mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ 左右。对响应曲线的初始部分 (Ca 低于 $300 \mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ 时) 作线性回归, 由回归方程可以计算出葡萄的 CO_2 补偿点为 $54.6 \mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

因此, 在适宜条件下的一定范围内, PAR 和 CO_2 浓度与 Pn 均呈正相关, 这与前人的光强增加、 CO_2 浓度升高对光合作用有促进效应的结论^[3,4]是一致的。

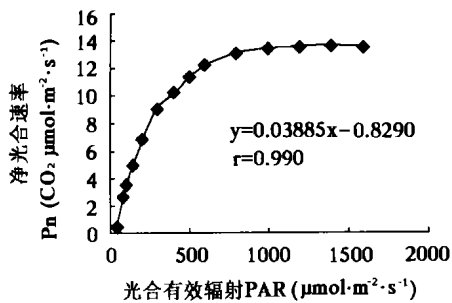


图3 ‘红双味’葡萄光合速率对 PAR 的响应曲线

Fig. 3 The Pn response curve of ‘Hongshuangwei’ grape to PAR

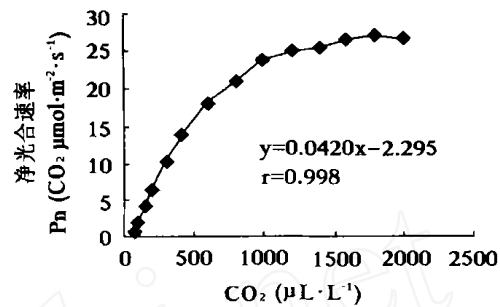


图4 ‘红双味’葡萄光合速率对 CO_2 浓度的响应曲线

Fig. 4 The Pn response curve of ‘Hongshuangwei’ grape to Ca

参考文献:

- 1 王春清, 祖 容, 张贤泽. 葡萄幼树若干光合特性的研究. 园艺学报, 1989, 16 (4): 279 ~ 285
- 2 许大全. 光合作用“午休”现象的生态生理与生化. 植物生理通讯, 1990, 26 (6): 5 ~ 10
- 3 张其德, 卢从明, 匡廷云. 大气 CO_2 浓度升高对光合作用的影响. 植物学通报, 1992, 9 (4): 18 ~ 23
- 4 Downtow WJ S, Grant WJ R, Loveys B R. Diurnal changes in the photosynthesis of field-grown grapevines. New phytol., 1987, 105: 71 ~ 80

Some Photosynthetic Characteristics of Blooming Grape in Protected Cultivation

Liu Tingsong and Li Guifen

(Shandong Vine and Wine-making Institute, Jinan 250100, China)

Abstract : The research on the daily variation of Pn of blooming grape was conducted in protected cultivation. Meanwhile, the effects of the main ecological factors such as PAR and CO_2 concentration on Pn were studied. The results showed that the daily variation of the Pn appeared to be a marked double-peak curve in the sunny day. The daily variation of Pn of grape was chiefly decided by the daily variation of PAR in the cloudy day. The Pn in the sunny day was markedly higher than that of in the cloudy day. The response curve of Pn to PAR showed that the light saturation point was $1000 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ and the light compensation point was $21.3 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$. The response curve of Pn to CO_2 concentration showed that the CO_2 saturation point was about $1700 \mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ and the CO_2 compensation point was $54.6 \mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$.

Key words : Grape ; Protected cultivation ; Photosynthesis

《英汉生物化学及分子生物学词典》

本词典收集生物化学、分子生物学及与其相关的细胞生物学、免疫学、遗传学、微生物学及医药学等方面词条约 21 000 条, 大部分词条附有简明释义。书中还收录一些缩写词和同义词, 供读者查阅文献、翻译文章使用。定价: 88 元 (含邮费)。

购书者请通过邮局汇款至北京中关村南大街 12 号中国农科院蔬菜花卉所《园艺学报》编辑部, 邮编 100081。