

不同浓度 CO₂ 对黄瓜光合速率的影响

赵青华, 赵国锦

(山东滨州职业学院 生物工程系, 山东 滨州 256603)

摘要: 研究了 CO₂ 浓度在 200、350、500、700、1 000 mg/kg 处理下的黄瓜叶片的光合速率。结果表明: 增加 CO₂ 浓度, 可显著提高黄瓜叶片的光合速率, 在强光下, 效果尤其明显。黄瓜叶片光合速率对不同 CO₂ 浓度的响应都有一个由低到高再低的趋势。空气 CO₂ 浓度, 细胞间隙 CO₂ 浓度与光合速率是一致的, 在高 CO₂ 浓度下, 气孔导度一般不是光合速率的限制因子。

关键词: 二氧化碳浓度; 黄瓜; 光合速率

中图分类号: S 642.2; S 609.9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2007)09-0023-02

1 材料与方法

1.1 材料及处理

供试的黄瓜品种为新泰密刺。采用盆栽试验, CO₂ 浓度共设 5 个处理, 每个处理 9 盆, 每盆 2 棵。黄瓜于春季播种后, 放入日光温室生长, 田间管理保持中等肥水条件。黄瓜长至结瓜始期, 进行项目测定。

1.2 试验测定装置与方法

系统测定装置主要由同化箱、CO₂ 发生源、流量计、气泵、红外线 CO₂ 分析仪组成。同化箱参照王修兰等^[1] 方法设计制作。光源为生物效应灯, 以高度调节光强, 用有机玻璃水槽降去灯光温度。CO₂ 的发生与浓度调节参照许大全等方法^[2] 进行, 同化箱内 CO₂ 浓度变化用 GXH-305 光合仪检测。同化箱内光强、温度、湿度分别用量子传感器、热电偶和湿敏电阻测定。

试验设计 CO₂ 浓度水平分别为 200、350、500、700、1 000 mg/kg 5 种不同浓度。测定时, 同化箱内 CO₂ 浓度变化幅度小于 ± 10 mg/kg。黄瓜叶片光合速率、气孔导度用 LI-6200 光合作用分析系统测定。CO₂ 补偿点、光合速率等测定时, 同化箱内光强 $1\ 000\ \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 温度控制在 28℃。叶绿素含量用乙醇丙酮浸提法测定。

2 结果与分析

2.1 不同 CO₂ 浓度与光合速率

CO₂ 是植物光合作用的基本原料, CO₂ 浓度直接影响其光合速率。经对盆栽黄瓜始瓜期功能叶片(叶绿素含量在鲜重条件下为 1.6 mg/g)测定结果, 黄瓜单叶的 CO₂ 补偿点在 50~70 mg/kg, 随着 CO₂ 浓度的增加, 光合速率亦明显提高。从图 1 可看出, CO₂ 浓度不同, 影响程度亦不同, 不是成比例增高, 且峰值出现的时间也有差

别, CO₂ 浓度高则峰值明显。从试验看出, 当 CO₂ 浓度由 200 mg/kg 增长至 350 mg/kg 时, 光合速率增长幅度最大, 其 CO₂ 浓度只增长 75%, 而平均光合速率增长近 2 倍。CO₂ 浓度超过 500 mg/kg 后, 光合速率增长幅度逐渐变小。国外有的研究报道也表明, 当 CO₂ 浓度从 $270\ \mu\text{mol/mol}$ 提高到 $350\ \mu\text{mol/mol}$ (提高 30%), 光饱和时, 光合速率提高 25%, 而 CO₂ 浓度从 $350\ \mu\text{mol/mol}$ 提高到 $650\ \mu\text{mol/mol}$ (提高 86%) 时, 光合速率仅增加 27%。这说明 CO₂ 浓度在 270~350 $\mu\text{mol/mol}$ 之间的少量增加, 对植物生长有较大的影响。图 1 还表明, 1 种 CO₂ 浓度的光合速率, 在一天的时间进程上的变化, 是由低到高再低的过程, CO₂ 浓度越高, 其峰值越明显。这可能是由于光合产物的积累引起的反馈抑制。

2.2 不同光强下 CO₂ 浓度与光合速率

从图 2 可看出, 不同光强下, CO₂ 浓度对黄瓜叶片光合速率的影响不同, 高光强下, 增加 CO₂ 浓度对提高光合速率更有利。

2.3 空气 CO₂ 浓度与细胞间隙 CO₂ 浓度、气孔导度和光合速率的关系

CO₂ 浓度增高, 会引起气孔的不均匀关闭或开度减小, 使气孔阻力加大, 气孔导度降低, 蒸腾亦降低。故认为 CO₂ 进入叶肉细胞受阻, 从而导致光合速率下降。经对盆栽黄瓜叶片的测定看出, 随着 CO₂ 浓度的增加, 确实存在气孔阻力加大, 导度降低的现象。但是, 光合速率仍随着 CO₂ 浓度增加而提高(见表)。虽然已确定气孔是限制光合作用的一个重要因素, 但只依靠气孔导度的大小来判断对光合速率的限制是不全面的。只有在细胞间隙 CO₂ 浓度降低和气孔限制值增大时, 才可以认为光合速率降低是由于气孔导度降低而引起的。如果在叶片光合速率降低时, 却伴随着细胞间隙 CO₂ 浓度的提高, 这时光合作用的主要限制因素一定是非气孔因素, 主要是由叶肉细胞的光合活性所决定。

第一作者简介: 赵青华(1980-), 女, 山东滨州人, 本科, 主要从事园艺教学与实践工作。

收稿日期: 2007-03-15

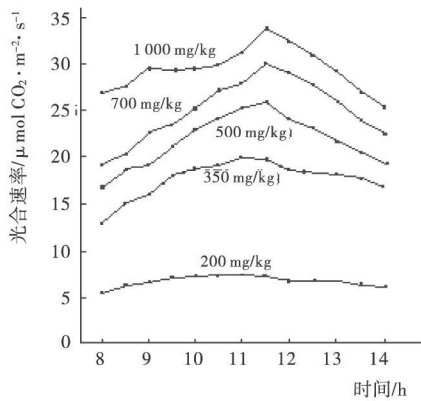


图 1 不同 CO₂ 浓度条件下黄瓜叶片光合速率的变化

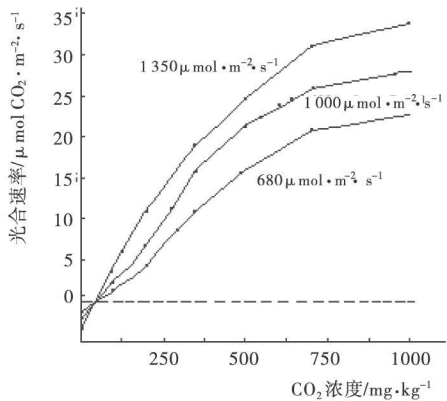


图 2 不同光强及 CO₂ 浓度条件下黄瓜叶片光合速率的变化

CO₂ 浓度对黄瓜叶片光合速率及气孔有关因子的影响表

CO ₂ 浓度 /mg · kg ⁻¹	光合速率 /μmolCO ₂ · m ⁻² · s ⁻¹	气孔导度 /cm · s ⁻¹	细胞间隙 CO ₂ 浓度 /mg · kg ⁻¹
200	6.5	3.60	164
350	12.8	2.90	318
500	19.6	2.45	399
700	27.1	2.30	536
1 000	29.0	2.12	876

3 讨论

研究结果表明, CO₂ 浓度增加, 光合速率明显提高, 同时增加光照强度, 效果更为明显。CO₂ 浓度升高后, 能导致气孔开度减小, 气孔阻力加大, 气孔导度降低。但是在高浓度 CO₂ 的空气中测定时没有观察到光合速率的降低, 因为这时气孔导度不是光合速率的限制因子, 而细胞间隙的 CO₂ 浓度是影响的主要因素。关于植物光合作用对 CO₂ 浓度的响应, 有试验证实, 蔬菜(如番茄、黄瓜、白菜等)长期施用 CO₂ 后, 净光合速率有降低的趋势。如 Combe 等(1985 年)指出, 萝卜在 1 000 mg/kg CO₂ 下, 6 d 内净光合速率增加, 第 6 天之后, 光合速率减

小^[4]。但也有研究报道, 提高 CO₂ 浓度, 光合速率也相应提高^[7]。对黄瓜叶片 CO₂ 饱和点的报道较少, 在英国将 1 000~1 200 mg/kg 作为黄瓜栽培的最适 CO₂ 浓度, 在美国、日本等实际都用 1 000 mg/kg 为标准进行 CO₂ 施肥。

参考文献

[1] 王修兰. 植物群体光合速率测定装置与方法[J]. 农业工程学报 1993, 9(4): 62-65.
[2] 许大全. 不同 CO₂ 含量空气的简易制备法[J]. 植物生理学通讯 1987(6): 55-57.
[3] 张志良. 植物生物化学技术和方法[M]. 北京: 农业出版社 1986.
[4] 张明贤, 高志奎. 蔬菜 CO₂ 施肥效果及生理研究[J]. 河北农业大学学报 1993 16(2): 87-91.
[5] 张其德. 大气 CO₂ 浓度升高对光合作用的影响[J]. 植物通报 1992 9(4): 18-23.
[6] 施定基. 增施二氧化碳生理效应的初步研究[J]. 植物生理学通讯 1983(3): 30-33.
[7] Wong S C. Elevated atmospheric partial pressure of CO₂ and plant growth. II Interactions of nitrogen nutrition and photosynthetic capacity in C3 and C4 plants[J]. Oecologia 1979 44: 68.

Effect of CO₂ Concentrations on Photosynthetic Rate of the Cucumber

ZHAO Qing-hua, ZHAO Guo-jin

(Binzhou Vocational College Biological Engineering Department, Shandong 256603, China)

Abstract: This experiment dealt with the influence of CO₂ at the concentrations of 200, 350, 500, 700 and 1000 mg/kg on photosynthetic. The results showed that the CO₂ enrichment did increase the photosynthetic rate of upper leaves of cucumber, especially under intensive light conditions. The response of photosynthetic rate to the different CO₂ concentrations appeared low at the beginning, then higher and finally lower. The photosynthesis rate was positively correlated with the atmospheric and intercellular CO₂ concentrations. Generally the stomatal conductance was not a factor to inhibit photosynthetic at high CO₂ concentrations.

Key words: CO₂ concentration; Cucumber; Photosynthetic rate