

不同浓度 CO₂ 对玉簪试管苗光合蒸腾及气孔导度的影响

赵卫智 李辉

(北京市园林科学研究所)

摘要 在其他环境条件完全相同的情况下, 升高 CO₂ 浓度可显著提高玉簪试管苗的净光合速率, CO₂ 浓度与光合速率存在正相关关系。CO₂ 浓度变化与玉簪试管苗的蒸腾速率没有显著相关关系, 即其蒸腾速率不随其 CO₂ 浓度变化而有较显著变化, 只有在 CO₂ 浓度高于 1200 Vmol·mol⁻¹ 时, 才出现蒸腾速率明显下降趋势。玉簪试管苗的气孔密度为 32.87/mm², 是对照的 1.48 倍, 但试管苗的气孔较小, 只有对照苗纵横径的 0.88 和 0.60 倍, 其气孔开度普遍高于自然环境条件下生长的玉簪。在 500~1000 Vmol·mol⁻¹ 浓度时, 试管苗气孔开度要远大于对照玉簪苗的气孔开度。当 CO₂ 浓度升高时, 玉簪试管苗气孔渐渐趋于闭合状态, 直到 CO₂ 浓度升高到 1400 Vmol·mol⁻¹ 时, 气孔仍未完全关闭。

关键词 CO₂ 浓度 玉簪试管苗 光合速率 蒸腾速率 气孔开闭

试管苗是生长在高湿度、低光照这一特定条件下的苗木, 其对于 CO₂ 的反映是否与自然环境中生长的苗木相同, 这方面的研究较少。本文以玉簪试管苗为研究对象, 探讨其在不同浓度 CO₂ 下光合、蒸腾及气孔开闭状态的变化, 为今后指导生产实践提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料 试验材料为玉簪(*Hosta plantaginea*), 以 MS 为基础培养基。

1.2 培养环境 培养室温度 17~23℃, 相对湿度 60%~80%, 光照采用 40W * 2 日光灯照明, 光照强度 60~80 Vmol·m⁻²·s⁻¹。

1.3 处理方法 分别将试管苗置于 500~1400 Vmol·mol⁻¹ 浓度 CO₂ 的大玻璃箱内, 对试管苗进行培养, 其它环境条件保持一致。

1.4 测定方法: 每天上午 10 时, 用美国 CID 公司生产 CI-301 光合测定系统对试管苗的光合速率、蒸腾速率等生理指标进行测定, 测定时采用开路气室, 多次重复。同时采用火棉胶印迹法测定气孔开闭状态, 用显微镜及目镜测微尺测量气孔的纵横径及开闭程度。

2 实验结果与分析

2.1 不同浓度 CO₂ 对试管苗光合速率的影响 在其它环境条件完全相同的情况下, 升高 CO₂ 浓度可以十分有效的提高试管苗的净光合速率。结果表明, CO₂ 与光合速率间存在线性回归, 在此次实验浓度范围内,

CO₂ 浓度与光合速率存在较高的正相关关系, 其相关系数 $r=0.9550$ 。从图 1 可以看出, 试管苗的 CO₂ 补偿点要远远高于正常自然环境中生长的玉簪(正常环境中其 CO₂ 补偿点约为 60~80 Vmol·mol⁻¹), 这可能是因为试管苗的培养环境内光照强度过低, 只有 60~80 Vmol·m⁻²·s⁻¹, 仅为该植物在自然环境中所需光照强度的 1/5~1/8 并且试管内的空气湿度偏高(接近饱和湿度的缘故)。当 CO₂ 浓度提高至 1300 Vmol·mol⁻¹ 时, 试管苗净光合速率开始下降, 明显高于玉簪在自然环境中的正常 CO₂ 饱和点。

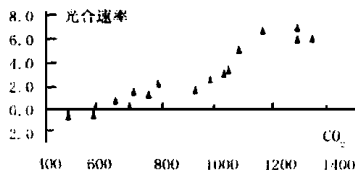


图 1 不同 CO₂ 浓度对试管苗光合速率的影响

2.2 不同浓度 CO₂ 对试管苗蒸腾速率的影响 从图 2 可以看出, CO₂ 浓度变化与试管苗的蒸腾速率之间没有较显著的相关关系, 其线性回归相关系数仅为 $r=-0.2820$ 。从总体看, 玉簪试管苗的蒸腾速率不随 CO₂ 浓度变化而发生显著变化, 只是在 CO₂ 浓度高过 1200 Vmol·mol⁻¹ 时, 才出现蒸腾速率的明显下降。

2.3 不同浓度 CO₂ 对试管苗水分利用率的影响 本文中的水分利用率是指植物每蒸腾一定量的水所同化

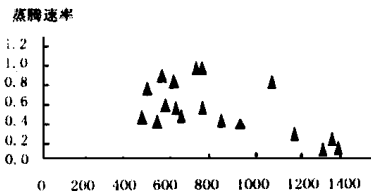


图 2 不同 CO₂ 浓度对试管苗蒸腾速率的影响

的 CO₂ 的量, 即光合速率与蒸腾速率的比值 (单位: mmolCO₂ mol⁻¹H₂O₂)。本次实验结果表明, 试管苗水分利用率的变化与 CO₂ 浓度的变化呈较高的线形回归, 回归系数 $r=0.9212$ 。

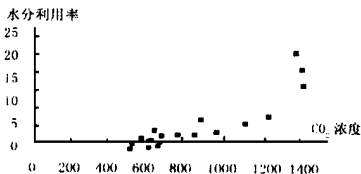


图 3 不同 CO₂ 浓度对试管苗水分利用率的影响

2.4 不同浓度 CO₂ 对试管苗气孔开放程度的影响

通过对试管苗叶片下表皮进行显微测量可以发现, 试管苗的气孔密度为 32.87/mm², 是对照气孔密度的 1.48 倍, 但试管苗气孔较小, 其气孔纵横径分别为对照的 0.88 和 0.60 倍。由此可以看出, 在 500 ~ 1000 μmol * mol⁻¹CO₂ 浓度中, 虽然试管苗气孔开放绝对值与对照差异不明显, 但其气孔相对开度要远大于对照 (气孔纵横径比例分别为对照的 125.8%、125.4% 和 122.8%)。当 CO₂ 浓度升高时, 试管苗气孔渐渐趋于闭合状态, 但变化较慢, 直到 CO₂ 浓度升至 1400 μmol * mol⁻¹ 以上时, 仍未能观察到气孔的完全关闭 (结果见表)。

不同浓度 CO₂ 对气孔开放程度的影响表

	试管苗					对照
CO ₂ 浓度 (μmol mol ⁻¹)	500	700	1000	1200	1400	380
气孔开放 (μm)	13.08±1.51	12.55±1.08	11.63±0.88	9.08±1.67	5.95±1.51	11.6±1.15
气孔纵横径比例%	70.2±7.5	70.0±5.6	68.5±4.1	55.2±11.3	35.4±7.3	55.8±9.0
气孔密度 (mm ²)			32.87±7.56			22.16±4.91

3 讨论

一般情况下, 植物的光合作用受气孔和非气孔因素的限制, 因为试管苗的生存环境中不存在水分胁迫等问题, 所以气孔导度与光合活性密切。气孔是 CO₂ 和水进出植物体的主要通道, 气孔的开闭将直接影响到植物的光合及蒸腾等一系列生理活动。

此次实验结果表明, 适当升高 CO₂ 浓度可以显著提高试管苗的净光合速率, 但对蒸腾速率的影响不大。通过从试管苗气孔开度的显微测量了解到, 试管苗气孔的开度普遍高于自然环境中生长的玉簪, 由于生长

在高湿度低光照的试管中, 使发育和分化的气孔保卫细胞内壁发育较差, 致使气孔过度开放, 且不具备完全关闭的能力, 这大概是试管苗 CO₂ 饱和点高于其生长在自然环境中的原因。

由于试管苗气孔保卫细胞存在的缺陷, 使试管苗的蒸腾速率受 CO₂ 浓度升高的影响不明显, 只是当 CO₂ 浓度提高到 1300 μmol mol⁻¹ 时, 由于此时细胞内的 CO₂ 浓度已经超过 1000 μmol mol⁻¹, 引起细胞中 pH 值的改变, 保卫细胞膨压降低。气孔开度才开始有明显降低, 蒸腾速率随之下降, 但此时, 气孔仍不能关闭。气孔开度的降低同时也影响到了试管苗的光合速率, 但因为此时的 CO₂ 浓度较高, 气孔内外的 CO₂ 梯度差仍然较大, 所以光合速率下降的速度要比蒸腾速率慢很多。

参考文献

- 1 M. A. 霍尔. 植物结构、功能和适应. 科学出版社, 1987
- 2 林舜华等. CO₂ 倍增对几种植物的生态生理. 影响环境科学, 1995, 16, 1, 1~4
- 3 曹孜义等. 环境因素和 ABA 对葡萄试管苗气孔开闭的影响. 植物生理学报, 1993, 19, 4, 372~377
- 4 Mott K A. Sensing of atmospheric CO₂ by plant Plant, Cell Environ, 1990, 13, 731~737.

(邮编 100015)

辣椒新秀——绿宝一号

“绿宝一号”辣椒是安徽省临泉县李湖蔬菜研究所于 1996 年育成, 经 1997、1998 年在黄河、淮河、长江流域十二个省, 53 个点的试种, 表现出了大果、早熟、肉厚、丰产的特点。特别是后期座果超群, 能满足市场淡季的空缺, 深受各地菜农的好评。

该品种在育种上吸收了湘研十三及湘研六号的特点, 表现出了早熟、丰产、果大、肉厚、供应期长的特点, 尤其是后期座果超群, 能越夏开花座果, 大大提高了亩产值。其株高 65cm, 开展度 65cm, 分枝力强, 株型紧凑, 节间短, 主茎 10~12 节门椒开花。果实大牛角形, 果长 14~18cm, 绿色, 单果重 72g 左右, 最大果 180g 以上。单株结果 50~80 个, 高于湘研系列, 公顷产 50000~55000kg。肉质细软而厚, 外形光滑, 色泽鲜艳, 上市后很受消费者欢迎。全生育期 250~280d, 保护地栽培可在 5 月底上市, 是菜农获得高产、高效的好品种, 实为当今辣椒新秀。

(张昊 安徽省临泉县李湖蔬菜研究所 236409)