

诸葛菜试管苗的光合特性及其对 CO₂ 浓度升高的响应

吴沿友, 李国祥, 刘建, 张红萍, 吴德勇 (江苏大学江苏省现代农业设备与技术重点实验室, 江苏镇江212013)

摘要 用 Li-840 CO₂/H₂O 气体分析仪对诸葛菜试管苗的光合特性及其对 CO₂ 升高的响应进行研究。结果表明: 诸葛菜试管苗的光合速率日变化不大, 午间没有明显的“午休”现象。在不同光源下实际光合速率的比较, 在相同的光强下 LED- 红光下的试管苗的光合速率最高, LED- 蓝光次之。正常大气条件下, LED- 蓝光在 70 μmol/(m²·s) 光强下的诸葛菜试管苗的 CO₂ 饱和点为 5 058 μmol/mol, CO₂ 补偿点为 266 μmol/mol。

关键词 试管苗; 诸葛菜; 光合速率日变化; CO₂ 浓度

中图分类号 Q945.11 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2006)23-6098-02

Photosynthetic Characteristics of *Grychopragmus Hartlets* and its Response to CO₂

WU Yan you et al (Jiangsu Provincial Key Laboratory of Modern Agriculture Equipment and Technology Jiangsu University, Zherjiang, Jiangsu 212013)

Abstract The photosynthetic characteristics of *Grychopragmus hartlets* and its response to CO₂ were investigated with Li-840 CO₂/H₂O gas analyzer. The results showed that the diurnal photosynthetic rate of *Grychopragmus hartlets* in sunny day was not significant. There was not a significant midday depression. Compared with the real photosynthetic rate under the different lights with the same light intensity, the real photosynthetic rate under LED red was higher than under LED blue. When LED blue light intensity reached 70 μmol/(m²·s), CO₂ compensation point and CO₂ saturation point were 266 μmol/mol and 5 058 μmol/mol, respectively.

Key words Hartlet; *Grychopragmus*; Daily change of photosynthetic rate; CO₂

组织培养现有的成熟测量装置 Li-6400 等不能适用于试管苗的光合速率的测量, 虽然此前有很多学者自制了测量系统, 但由于测量系统自身的缺陷, 并不能完全精确地测量组培苗的光合速率^[1]。至今, 还没有关于研究组培苗光合速率日变化的相关报道。笔者通过 Li-840 CO₂/H₂O 分析仪研究组培苗的光合特性, 探讨组培苗的生长规律, 找出能加快组培苗生长、减少污染、提高产量的环境, 以指导工厂化大量生产。

1 材料与方 法

1.1 试验地与材料 试验在江苏大学农业工程研究院的人工气候室内进行, 室内温度、湿度及 CO₂ 浓度均可调。室内温度控制在 (25 ± 0.5) °C, CO₂ 浓度控制在 360 μmol/mol, 空气湿度控制为 45%。供试材料为诸葛菜试管苗。组培瓶由玻璃制作的 120 ml 三角培养瓶, 透光率大于 85%。试验采用的是不同光源下培养 20 d 的诸葛菜试管苗, 光周期为光 14 h, 暗 10 h, 光照度设定为 70 μmol/(m²·s)。培养室的温度为 (25 ± 0.5) °C, 培养基为含 3% 糖的 MS 培养基。将 40 ml 的培养基倒入 120 ml 的培养瓶中, 把大小合适的试管苗转接种于培养基上进行培养, 培养 10 d 后进行试验测量。

1.2 试验方法 试验取 3 瓶诸葛菜试管苗作为重复。试验设计按在不同光源下每 30 min 测量 1 次, 每 1 min 统计处理试验数据。试验设备为 Li-840 CO₂/H₂O 气体分析仪。测定时保持温度 25 °C 和光照度 70 μmol/(m²·s), 测定同批诸葛菜组培苗在不同光源下的诸葛菜组培苗光合速率。记录数据有: 时间, 空气湿度, 人工气候室气温, 可测光照度, 计算出组培苗光合速率。

2 结果与分析

2.1 诸葛菜组培苗在不同光源下实际光合速率日变化规律 用 Li-840 CO₂/H₂O 气体分析仪测定的实际光合速率及

空气温度, 测定数据见表 1。

表 1 诸葛菜组培试管苗实际光合速率 (R_{Ph}) 和环境条件测定数据

时间	实际光合速率		光照度		空气湿度		空气温度	
	μmol/(mol·g)	μmol/(m ² ·s)	蓝光	红光	蓝光	红光	蓝光	红光
8:00	0.11	0.20	70	70	94	95	24.6	24.7
9:00	0.13	0.23	70	70	95	94	24.7	24.8
10:00	0.15	0.23	70	70	94	95	24.7	24.9
11:00	0.14	0.22	70	70	93	94	24.9	24.9
12:00	0.15	0.23	70	70	95	93	25.0	25.1
13:00	0.14	0.24	70	70	94	93	25.1	25.3
14:00	0.15	0.25	70	70	96	92	25.2	25.4
15:00	0.13	0.24	70	70	95	95	25.4	25.3
16:00	0.13	0.24	70	70	94	94	25.4	25.4
17:00	0.14	0.24	70	70	93	96	25.3	25.3
18:00	0.13	0.22	70	70	94	95	25.1	25.1

表 1 中诸葛菜试管苗在 LED 红光和蓝光下实际光合速率日变化不明显, 变化幅度比较平稳。并且在相同的光照度下, 在 LED- 红光下的诸葛菜试管苗的实际光合速率明显高于在 LED- 蓝光下的。

由表 1 可知, 人工气候室中空气温度在 (25 ± 0.5) °C, 瓶内气体相对湿度及光照度变化不大, 只有培养瓶中的 CO₂ 浓度的变化对组培试管苗的实际光合速率起主要作用。在传统组织培养中, 组培试管苗既要进行光合作用又要吸收糖来提供碳源, 而组培苗吸收糖的过程是自身分解糖提供养分并释放 CO₂ 的过程。CO₂ 浓度上升就会促进光合作用, 光合作用加强后植物就降低分解糖的能力。

2.2 不同光源下的日平均光合速率 由于诸葛菜试管苗的实际光合速率的日变化不大, 日照期间光合速率可用其 1 d 内的光合速率的均值来表示。不同光质下诸葛菜试管苗的实际光合速率如图 1 所示。

由图 1 可知, 在光照度为 70.50 μmol/(m²·s) 时, 实际光合速率的大小为 LED- 红光最大, 其次是 LED- 蓝光, 最后是 LED- 白光和普通白光。普通白光与 LED 光源相比, 光照度相

基金项目 国家自然科学基金项目(40273038); 江苏大学高层次人才启动基金项目。

作者简介 吴沿友(1966-), 男, 安徽贵池人, 博士生导师, 教授, 从事农业生物环境与能源工程的研究。

收稿日期 2006-09-13

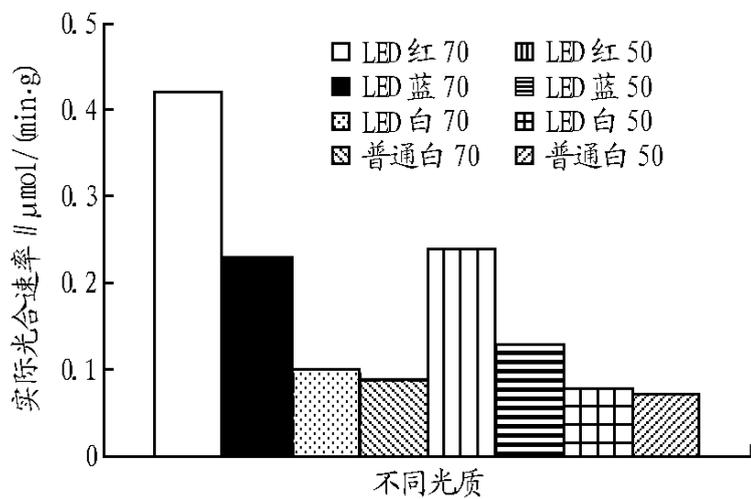


图1 不同光质和光强下诸葛菜试管苗的实际光合速率

同的条件下,其实际光合速率比Led-白光还要低。而且发热量LED光源更低,所以LED光源优于普通白光。

2.3 光合速率对 CO₂ 浓度升高的响应 不同 CO₂ 浓度、不同光照条件下,光合速率不同。控制光合有效辐射为 70 μmol/(m²·s),保持其他自然因子不变,对 RPh-CO₂ 浓度响应曲线进行了试验模拟,以光合速率为 Y 坐标轴,CO₂ 浓度为 X 坐标轴生成散点图,对分散数据点进行二项式回归(图 2),对 CO₂ 浓度小于 1700 μmol/mol 的数据进行直线回归(图 3),并计算回归方程与决定系数 R²。

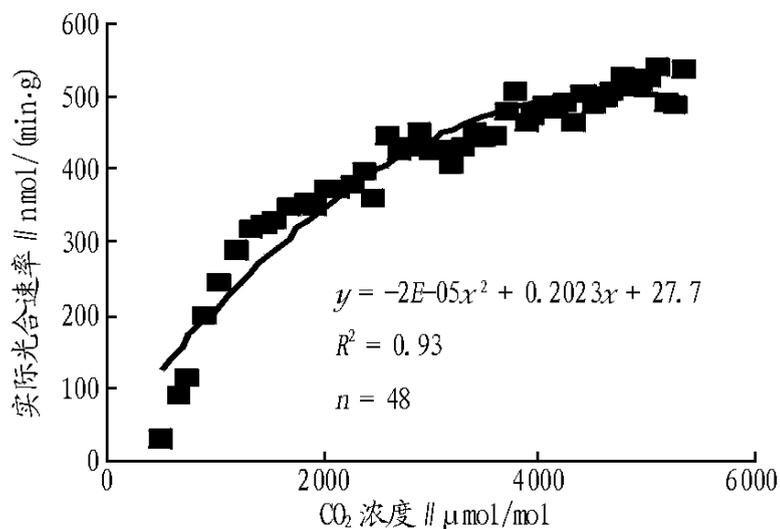


图2 二项式回归拟合 CO₂ 响应曲线

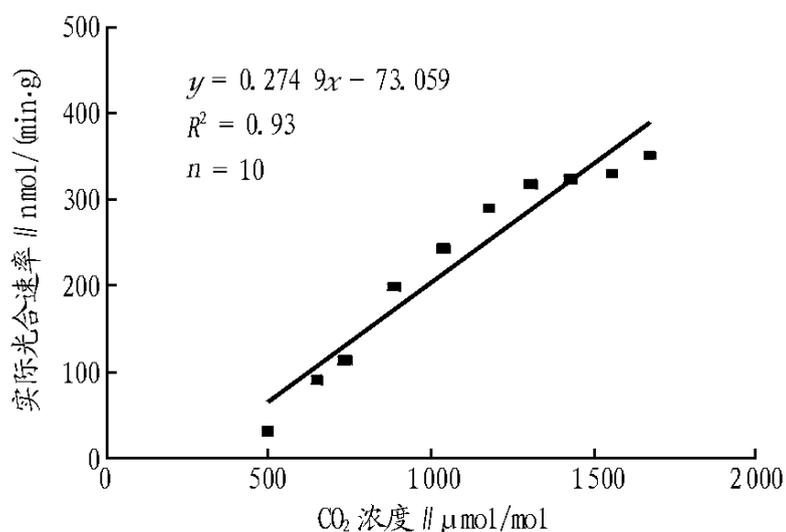


图3 500~1700 μmol/mol CO₂ 响应的直线回归

所得二项式回归方程为: $y = 0.2 \mu x^2 + 0.2023x + 27.2$

($R^2 = 0.93$); 一项式回归方程为: $y = 0.2749x - 73.059$ ($R^2 = 0.93$)。其中 y 为光合速率, x 为 CO₂ 浓度。针对二项式方程进行计算,得出 $x = 5058 \mu\text{mol}/\text{mol}$ 时, $y_{\text{max}} = 539.26 \text{ nmol}/(\text{min} \cdot \text{g})$ 。利用光合速率为零,由一项式方程计算得出 $x = 266 \mu\text{mol}/\text{mol}$ 。所以在光照度为 $70 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 时 CO₂ 的饱和点为 $5058 \mu\text{mol}/\text{mol}$, CO₂ 的补偿点为 $266 \mu\text{mol}/\text{mol}$ 。

在不同光照强度下, CO₂ 饱和点是不同的,随着光强的增大, CO₂ 饱和点也增大。在光照度为 $70 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 时 CO₂ 的补偿点为 $266 \mu\text{mol}/\text{mol}$,所以组织培养中初始浓度过低,会导致组培苗发育生长缓慢。组培苗要靠提高透气膜的透气率来提高组培瓶的 CO₂ 浓度,异养为主,自养为辅,分解糖的过程必然要释放 CO₂。由图 2、3 可知,从 CO₂ 的补偿点开始,光合速率随着 CO₂ 在低浓度范围内成线性增加;而后随着 CO₂ 浓度的增加,光合速率增加变慢直至 CO₂ 饱和点光合速率达到最大。

3 讨论

(1) 组培苗光合速率日变化无明显的“午休”现象。温室或大田中的植物生长条件主要受外界影响,光照强度、大气温度、CO₂ 浓度和大气湿度的日变化引起温室或大田植物光合速率日变化。试验研究表明,温室栽培植物在晴天到多云天气条件下,日变化为双峰曲线,中午前后出现“午休”现象^[3,4]。“午休”现象出现的原因是由于大气干旱,使水分在中午供应不足,致使植物蒸腾失水亏缺,胞间 CO₂ 浓度降低,从而降低净光合速率^[5,6]。组培有不同于温室和大田的特殊生长环境,所以组培苗有不同于温室和大田植物的生长规律。由于组培室必须半封闭或全封闭,温度比较稳定,光照度变化不大,特别是培养容器密封,气体无自然交换,相对湿度无大变化,造成了组培苗和温室植物不同的光合速率日变化现象。受自身培养的特点所限,试管苗的光合速率日变化中并无明显的“午休”现象^[7]。

(2) 诸葛菜组培苗光合特性与组培室环境调控。光照调控方面,通常情况下组培室内光照达不到试管苗要求的光饱和点,需要增加有效光照。组培室大多采用电照加光,用电成本很高,因此要正确选用适合组培的光源,在不增加投资的条件下寻找适当光照度的光源对提高组培苗光能利用率极为关键。此外,选择高光效品种及进行合理密植也是改善光照的有效措施。有关研究表明,光照度过高会使温度上升,光强越大微环境温度越高,温升速率就越大^[8],组培苗呼吸增强,就会降低 RPh 产生光抑制,所以要选择发热量较低、光合效率较高的光源。从试验结果可知,LED光源比普通光源好,红光的光合效率高于蓝光和白光。为了使组培苗生长健壮应选用 LED-红光光源。

参考文献

- [1] 何焰,戴雅奇,梁方瑜,等.无糖组培微环境控制技术高新设备的研制与应用[J].安徽农业科学,2005,33(12):2460-2462.
- [2] 曲英华,胡秀婵,吴毅明.植物组织培养新技术:光独立培养法[J].农业工程学报,2001,17(6):90-92.
- [3] 许大全,丁勇,武海.田间小麦光合效率日变化与光合“午睡”的关系[J].植物生理学报,1992,18(3):279-284.
- [4] 周竹青,朱旭彤.华麦9号、鄂麦12号净光合速率变化规律初探[J].湖北农业科学,1998(15):15-17.
- [5] 金爱武,郑炳松,陶金星,等.雷竹光合速率日变化及其影响因素[J].浙江林学院学报,2000,17(3):271-275.
- [6] 刘应迪,李菁,石进校.美味猕猴桃净光合速率日变化与光合特性的初步研究[J].生命科学研究,1999,3(4):344-352.
- [7] 郭连旺,许大全,沈允钢.田间棉花叶片光合效率中午降低的原因[J].植物生理学报,1992,20(4):360.
- [8] 徐志刚,丁为民,王立文,等.组培微环境热平衡过程的实验研究[J].农业工程学报,2003,19(1):40-42.