

营养液氮素含量对黄瓜幼苗光合作用弱光适应性的影响

眭晓蕾*, 孙建磊, 成金桃, 胡丽萍, 任华中, 高丽红, 张振贤

(中国农业大学农学与生物技术学院, 北京 100193)

冬春季的弱光逆境是我国黄瓜等果菜设施优质高产高效栽培的主要限制因素。作为植物需求量最大的矿质元素, 氮素如何参与光合作用对弱光逆境的响应未见详细报道。植物叶绿体氮素含量很高, 其中大部分投入光合作用, 如光合作用碳同化关键酶 Rubisco (1,5 - 二磷酸核酮糖羧化/加氧酶) 中氮素含量占到叶片总氮含量的 12% ~ 35%。因此, 深入研究弱光逆境中氮素供给对黄瓜 Rubisco 基因表达的影响及其对光合作用的调控, 对于丰富黄瓜弱光逆境生理研究和相应抗逆技术的应用具有一定的意义。

供试材料为黄瓜 (*Cucumis sativus* L.) 品种 ‘戴多星’ (RIJK ZWAAN, 荷兰)。人工气候室内营养钵育苗, 基质为洁净珍珠岩。营养液浇灌 (日本园试通用配方, 其中 N 16 mmol · L⁻¹; pH 5.5 ~ 6.5, 0.1 mol · L⁻¹ HCl 和 0.1 mol · L⁻¹ NaOH 进行调节), 常规管理, 幼苗两叶一心时进行弱光和不同施氮量处理。试验设弱光和常光处理, 弱光 (75 ~ 85 μmol · m⁻² · s⁻¹) 下又设常规施氮 (N 16 mmol · L⁻¹)、氮量减半 (N 8 mmol · L⁻¹) 和氮量加倍 (N 32 mmol · L⁻¹) 3 个处理, 以正常光照 (550 ~ 600 μmol · m⁻² · s⁻¹) 和常规施氮量 (N 16 mmol · L⁻¹) 为对照。温度 26 °C/17 °C (昼/夜), 光/暗周期 10 h/14 h。处理 25 d 后, 利用荧光定量 RT-PCR 和 Northern blot 技术研究 Rubisco 大、小亚基基因 *rbcL*、*rbcS* 及其 Rubisco 活化酶基因 *rca* 转录表达丰度, Western blot 技术分析 Rubisco 大、小亚基蛋白表达 (RBCL、RBCS) 和活化酶蛋白表达 (RCA) 的变化, 生化方法测定 Rubisco 初始活性、总活性, 计算 Rubisco 活化率; 利用 LI-6400 光合仪 (Li-Cor, 美国) 测定叶片光合作用气体交换参数, 调制叶绿素荧光仪 PAM-2100 (WALZ, 德国) 测定叶绿素荧光参数。常规方法分析植株生长、干物质积累、硝酸盐含量、可溶性蛋白含量、氮素分配、叶绿素含量等的变化。

研究表明, 弱光下 *rbcL*、*rbcS* 及 *rca* mRNA 含量, 与 RBCL、RBCS、RCA 蛋白表达减少, Rubisco 初始活性和总活性、饱和光合速率、表观量子效率、羧化效率、光化学荧光猝灭、实际光化学效率下降; 而弱光下随施氮量的增加, 上述各项指标呈上升趋势, 同时非调节性能量耗散量子产量 Y (NO) 有所下降, 调节性能量耗散量子产量 Y (NPQ) 上升。弱光下, 黄瓜幼苗根、茎、叶各器官干质量及其 N 素含量显著下降, 但干物质和 N 素向根、叶的分配比例下降, 向茎的分配比例上升, 同时叶绿素 (a + b) 含量增加, 叶绿素 a/b 比值下降, 尤以弱光下氮量加倍处理表现明显。综上所述, 弱光下较高水平的供氮量有助于黄瓜幼苗 Rubisco 基因表达及其捕光色素含量的增加, 从而利于黄瓜植株光合作用弱光适应性的提高。

关键词: 黄瓜; 弱光; 氮; Rubisco; 光合作用; 叶绿素荧光; N 素分配

中图分类号: S 642.2

文献标识码: A

文章编号: 0513-353X (2011) S-2582-01

收稿日期: 2011 - 08 - 17

基金项目: 现代农业产业技术体系项目 (CARS-25-C-12)

* E-mail: suixiaolei@cau.edu.cn; Tel: 010-62734371/4373